



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E MATEMÁTICA**

**MESTRADO PROFISSIONAL EM
ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E MATEMÁTICA**

IVO ANTÔNIO ZAPOTOCZNY

PRODUTO EDUCACIONAL APLICADO

JOGO ELETRÔNICO PARA ENSINO DA 1ª LEI DE OHM E DO CONCEITO DE POTÊNCIA ELÉTRICA ENVOLVENDO PRÁTICAS EXPERIMENTAIS

Produto Educacional apresentado à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, área de concentração em Ensino e Aprendizagem de Ciências Naturais e Matemática, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Ricardo Yoshimitsu Miyahara

Orientador

GUARAPUAVA, PR

2021



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E MATEMÁTICA**

**MESTRADO PROFISSIONAL EM
ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E MATEMÁTICA**

IVO ANTÔNIO ZAPOTOCZNY

**JOGO ELETRÔNICO PARA ENSINO DA 1ª LEI DE OHM E DO CONCEITO DE
POTÊNCIA ELÉTRICA ENVOLVENDO PRÁTICAS EXPERIMENTAIS**

Produto Educacional apresentado à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, área de concentração em Ensino e Aprendizagem de Ciências Naturais e Matemática, para a obtenção do título de Mestre.

Aprovado em **dia** de **mês** de **ano**

Profa. Dra. Marcia da Costa - UFES

Prof. Dr. Rodrigo Oliveira Bastos - UNICENTRO

Prof. Dr. Ricardo Yoshimitsu Miyahara - UNICENTRO

Orientador

GUARAPUAVA, PR

2021

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Acessórios disponíveis no produto educacional.....	8
Figura 2 - Layout do produto educacional.....	9
Figura 3 - Fluxograma descrevendo as etapas de construção do aparelho.....	12
Figura 4 - Montagem da estrutura.....	13
Figura 5 - Disposição das molduras a serem inseridos na estrutura.....	14
Figura 6 – Visão geral do aparelho.....	14
Figura 7 - Seleção da porta de comunicação e da versão da placa.....	16
Figura 8 - Sequência de gravação do Arduino.....	17
Figura 9 - Localização da memória 24C08B na placa de processamento.....	17
Figura 10 - Experimento para observar a influência de um resistor na luminosidade de uma lâmpada.....	21
Figura 11 - Fluxograma do 1º procedimento experimental.....	22
Figura 12 - Voltímetro em funcionamento.....	22
Figura 13 - Fluxograma do 2º procedimento experimental.....	23
Figura 14 - Voltímetro e amperímetro em funcionamento.....	23
Figura 15 - Fluxograma do 3º procedimento experimental.....	24
Figura 16 - Fluxograma do 4º procedimento experimental.....	24
Figura 17 - Gráfico produzido com os dados coletados experimentalmente.....	25
Figura 18 - Fluxograma do 5º procedimento experimental.....	25
Figura 19 - Fluxograma do 6º procedimento experimental.....	26
Figura 20 - Fluxograma do 7º procedimento experimental.....	27
Figura 21 - Componente conectado ao parrelho e indicação de sua potência.....	28
Figura 22 - Fluxograma do 8º procedimento experimental.....	29
Figura 23 - Fluxograma do 9º procedimento experimental.....	29
Figura 24 - Imagem 3D da placa indicadora de fases.....	38
Figura 25 - Máscara das trilhas da placa indicadora de fases.....	38
Figura 26 - Mascara indicando a posição de cada componente na placa indicadora de fases	39
Figura 27 - Imagem 3D da placa central de processamento.....	40

Figura 28 - Máscara das trilhas da placa central de processamento.....	40
Figura 29 - Mascara indicando a posição de cada componente na placa de processamento.	41
Figura 30 - Imagem 3D da placa de comando.....	42
Figura 31 - Máscara das trilhas da placa de comando.....	42
Figura 32 - Mascara indicando a posição de cada componente na placa de comando.....	43
Figura 33 - Imagem 3D das placas dos botões.....	44
Figura 34 - Máscara das trilhas das placas dos botões.....	44
Figura 35 - Mascara indicando a posição de cada componente na placa de botões.....	44
Figura 36 - Conexão do teclado na placa de comando.....	45
Figura 37 - Conexão dos cabos de comunicação serial entre a placa de comando e de processamento.....	45
Figura 38 - Ligação da alimentação nas placas de processamento, comando e indicadora de fases.....	46
Figura 39 - Ligação do display 16x2 na placa de processamento.....	46
Figura 40 - Ligação do alto-falante na placa de processamento.....	47
Figura 41 - Ligação das placas dos botões a placa de processamento.....	47
Figura 42 - Ligação do potenciômetro P1, e dos terminai de encaixe B1, B2 e B3.....	48
Figura 43 - Ligação do pino de comando da placa indicadora de fases na placa de processamento.....	48
Figura 44 - Diagrama de ligação dos cabos nas placas (visão geral).....	49

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2.REFERENCIAL TEÓRICO.....	2
2.1 A gamificação do ensino.....	3
3.MATERIAIS E MÉTODOS.....	6
3.1 Composição do produto educacional.....	7
3.2 Atividades experimentais.....	10
3.3 As cartas utilizadas no jogo.....	10
3.4 Instruções de construção.....	11
3.4.1 Instruções gerais.....	11
3.4.2 Construção da estrutura física do aparelho.....	13
3.4.3 A confecção das placas de circuito.....	15
3.4.4 Instruções de gravação do código fonte na placa Arduino e dos áudios no cartão de memória.....	16
4.ESTRUTURA DAS AULAS E AVALIAÇÃO.....	19
5. ROTEIROS PROCEDIMENTAIS.....	21
6.CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	30
APÊNDICE.....	33
Apêndice A - Gabaritos dos cortes.....	33
Apêndice B – Máscaras das placas de circuito e lista de componentes.....	38
Apêndice C – Ligação dos cabos.....	45
Apêndice D – Cartas do jogo.....	50
Apêndice E – Código fonte da placa controladora.....	54
Apêndice F – Código fonte da central de processamento.....	62

1. INTRODUÇÃO

O momento em que vivemos está evidenciando a necessidade de reinventarmos e/ou adaptarmos algumas práticas de ensino afim de propiciar um estímulo que facilite o processo de aprendizagem, tendo em mente, que o cotidiano em que a maioria dos alunos está imerso é muito mais atraente no que se refere ao dinamismo e interação com o meio em virtude das redes sociais, jogos, aparelhos eletrônicos diversos, entre outros. Assim, o uso de métodos tradicionais de ensino tornam-se pouco atrativos e, muitas vezes ineficazes no que se refere a assimilação de conceitos e contextualização com sua realidade (BIANCHINI, 2010).

Este produto busca fornecer ao docente um recurso complementar para ajudá-lo nesta tarefa e principalmente ao aluno uma sequência pedagógica que possa contribuir com a assimilação, reforçada pela experiência prática, proveniente do manuseio de elementos concretos como componentes e aparelhos elétricos. Outro ponto importante, é a possibilidade de aplicação dos conceitos envolvidos em situações cotidianas simuladas, afim de resolver problemas inerentes do dia-a-dia, com a tranquilidade e segurança de uma simulação, onde a única consequência de uma decisão incorreta culmina em um simples aviso sonoro de advertência e a eventual aprendizagem do que não se deve fazer.

O presente produto educacional é destinado ao ensino da física em seu nível médio, contudo, também pode ser aplicado em nível superior, como forma de revisar conceitos outrora estudados, como por exemplo, 1ª lei de Ohm e potência elétrica.

2.REFERENCIAL TEÓRICO

A escolha de uma metodologia a ser adotada para o ensino não é algo trivial, logo, requer um aprofundamento no estudo dos mecanismos de aprendizagem, assim, torna-se essencial buscar na literatura teorias que possam nortear este processo tão importante na vida do indivíduo. Dentre as inúmeras teorias encontradas, uma delas demonstra-se promissora para a atualidade, a Teoria da Aprendizagem significativa (TAS) de David Paul Ausubel. Nesta teoria, o conhecimento do aluno se relaciona de forma não arbitrária a estrutura cognitiva, de modo a proporcionar uma interação direta entre o conhecimento prévio e o atual, moldando-o de forma a complementá-lo, dando um caráter mais significativo (AUSUBEL,1973).

Para Ausubel (1980), o conhecimentos específico acerca de algo denomina-se subsunsores, o qual faz parte da estrutura cognitiva do indivíduo e lhe permite dar significado a um conhecimento que lhe é apresentado ou por ele é descoberto. Entretanto, há casos em que o indivíduo não apresenta estes subsunsos, logo, se faz necessário o uso de organizadores prévios, responsáveis por fazer a ativação destes subsunsos, os quais, segundo Moreira (1999), podem ser mapas conceituais, textos, desenhos, filmes, entre outros, tendo a função de atingir o aluno de forma mais ampla, preparando sua estrutura cognitiva.

Ao seguir estas etapas de forma adequada, segundo Moreira (1999), acontecerá uma reestruturação nos subsunsos existentes na estrutura cognitiva do educando, tornando-os mais importantes e dando um caráter de conhecimento prévio, efetivando-se assim a aprendizagem.

Há alguns casos em que não ocorre uma aprendizagem efetiva, somente uma aprendizagem mecânica,

assim, quando as novas informações são aprendidas sem interagir com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva, o estudante decora fórmulas e leis, mas as esquece tão logo realiza a avaliação. AUSUBEL (1973, p.23)

Para tentar evitar uma aprendizagem mecânica e alcançar com maior efetividade uma aprendizagem significativa, evidenciou-se na literatura atual uma emergente contribuição dos jogos no processo de ensino, sejam eles digitais ou analógicos. Isso se

deve, em parte, por serem muito atrativos e fazerem parte do cotidiano da maioria dos alunos.

Este recurso metodológico, se bem empregado pode contribuir com a aprendizagem, pois, segundo Prado (2018) o jogo exige concentração e desejo voluntário de aprender.

O simples ato de jogar não garante a atenção do aluno, tão pouco o aprendizado, sendo assim, a escolha do jogo a ser utilizado deve ser bem criteriosa, afim de que não haja um andamento aleatório entre os conceitos abordados, pois isso pode vir a confundir ao invés de esclarecer. A decisão de utilizar um jogo deve partir da identificação de algum recurso proveniente do mesmo, como estímulo a participação, interação entre os jogadores, entre outros, o qual venha a agregar conhecimento ou facilitar a compreensão de algo.

Na literatura pesquisada, composta por artigos dos últimos cinco anos, publicados em revistas científicas da área da educação, percebe-se que os jogos que apresentam o maior potencial de estimulação e contribuição no que se refere à aprendizagem significativa, são os que não fazem uso da aleatoriedade, mas sim do pensamento estratégico e da tomada de decisões, sejam eles utilizados de modo individual ou coletivo.

2.1 A *gamificação* do ensino

Os alunos imersos no sistema de ensino atual já nascem cercados pela tecnologia e pelo dinamismo dos tempos atuais, logo recebem a denominação de nativos digitais, sendo que a grande maioria faz uso de jogos com muita frequência, logo, apresentam grande familiaridade acerca das estruturas dos mesmos, o que pode vir a favorecer o ensino ao aplicar-se algumas delas.

Os jogos além de muito populares, segundo Silva e Sales (2017) apresentam um grande potencial de influenciar, motivar e envolver por serem muito prazerosos aos usuários. Assim, é natural a busca da tentativa de *gamificação* de alguns conceitos para auxiliar no processo de ensino afim de obter-se uma metodologia que tenha um

potencial de estimular a aprendizagem desses nativos digitais, tão familiarizados com diversos tipos de jogos.

Para Silva e Sales (2017),

a *gamificação* no contexto educacional consiste na utilização de elementos de design de jogos no ambiente de aprendizagem, não para jogar, mas para motivar, engajar e melhorar o rendimento e desempenho dos alunos envolvidos no processo de ensino, aumentando assim a satisfação com as atividades propostas. SILVA e SALES (2017, p.785, apud FLORES; KLOCK; GASPARINI, 2016)

Sendo assim, o jogo deve ser considerado uma ligação entre o aluno e o conhecimento, no qual o ato de ganhar o jogo não é tão importante quanto a satisfação de se entender um conceito outrora não tão claro, contribuindo assim para a aprendizagem.

Durante a utilização de uma atividade *gamificada*, a motivação de continuar deve vir da sensação de bem estar ocasionada pela utilização de conceitos já assimilados que ajudarão a avançar e adquirir novos conceitos ou refinar os já assimilados. O caminho a seguir parece simples, contudo, se o processo de *gamificação* não for bem estruturado trará consequências negativas e resultados indesejados.

Segundo Costa e Verdeaux (2016), é necessário ponderar com muita atenção toda a sequência de tarefas afim de trazer um bem estar ao participante nas tarefas mais simples e de realização nas mais complexas.

Ao final da atividade *gamificada* o participante deve conseguir perceber a relevância da atividade proposta ao ter a sensação que conseguir assimilar o conceito chave que gerou a proposta do uso desta metodologia.

Ao fazermos uma pequena comparação entre a estrutura essencial dos jogos que é a divisão em fases, cada uma com seu grau de dificuldade a qual vai aumentando gradativamente a medida que o jogador avança, supondo que o mesmo já adquiriu conhecimento acerca das estratégias que podem e devem ser utilizadas em outro nível, vemos que a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel apresenta características semelhantes pois prioriza uma organização sequencial de conteúdos por área de conhecimen-

to afim de utilizar conceitos prévios dos estudantes na assimilação de novos conceitos e modificando conceitos já adquiridos, assim o aprendiz estrutura de forma mais simplificada os subsunsores (COSTA e VERDEAUX, 2016).

Apesar desta pequena semelhança segundo Moreira (2009), deve haver uma predisposição para aprender a qual normalmente resulta daquilo que já está armazenado previamente na estrutura cognitiva do aluno, possibilitando assim o refinamento dos conhecimentos já adquiridos.

Assim, para garantir um maior nível de engajamento por parte dos participantes faz-se necessário identificar quais são os conceitos que o aluno traz sobre o assunto a ser abordado e iniciar a atividade a partir deles, do contrário o participante terá grandes dificuldades, o que acabará fazendo com que o mesmo se sinta desconfortável e desmotivado, impedindo-o de realizar a atividade de forma satisfatória comprometendo a aquisição de novos conceitos.

3.MATERIAIS E MÉTODOS

O aparelho proposto consiste em um jogo eletrônico para ensino da 1ª lei de ohm e do conceito de potência elétrica envolvendo práticas experimentais, o qual não requer nenhum acessório ou equipamento extra para ser utilizado, pois traz dentro de si tudo que é necessário para a realização dos experimentos propostos.

Os materiais necessários para a confecção do mesmo são:

- ✚ 2 Arduino nano
- ✚ 1 *Display* 16x2 serial
- ✚ 1 *Display* BCD de ânodo comum
- ✚ 1 Potenciômetro linear de 10k
- ✚ 3 Borne duplo de pressão – retangular
- ✚ 15 LED de 5mm difuso
- ✚ 6 Chave tátil 12x12
- ✚ 1 Chave gangorra
- ✚ 1 Conector Jack DC-022 J4 com Rosca - 2,1mm
- ✚ 1 Amplificador de Audio LM386N
- ✚ 6 Capacitor de disco 50V 100nF
- ✚ 2 Capacitores de disco 50 V 10nF
- ✚ 2 Capacitores eletrolíticos de 10 μ F/16V
- ✚ 1 Capacitores eletrolíticos de 2,2 μ F/16V
- ✚ 1 Capacitores eletrolíticos de 220 μ F/16V
- ✚ 3 Regulador de tensão 7805
- ✚ 1 Resistor CR25 15 KOhms
- ✚ 1 Resistor CR25 1 MOhms
- ✚ 5 Resistor CR25 10 KOhms
- ✚ 6 Resistor CR25 1 KOhms
- ✚ 25 Resistor CR25 330 Ohms
- ✚ 1 Resistor CR25 820 Ohms
- ✚ 2 Resistor CR25 4,7KOhms
- ✚ 1 Resistor CR25 47KOhms
- ✚ 1 Placa Fenolite 15x20 cm
- ✚ 8 Diodo Retificador 1N4007
- ✚ 1 m Cabo Flat Colorido 6 Vias 26 AWG

- ✚ 2 Circuito integrado 4017
- ✚ 1 Circuito integrado 4013
- ✚ 1 Circuito integrado 4511
- ✚ 1 Circuito integrado HEF4052BE
- ✚ 1 Memória EEPROM Serial AT24C08B-PU
- ✚ 10 Transistor BC548
- ✚ 1 Knob para potenciômetro
- ✚ 1 Shield de cartão de memória
- ✚ 1 Cartão de memória modelo microSD (qualquer capacidade)
- ✚ 1 250g de filamento de impressora 3D
- ✚ 1 Fonte de alimentação 12V 1A
- ✚ 1 retângulo de 45cm x 6cm de eucatex
- ✚ 4 triângulos de 6cm x 34,5cm x 8cm de eucatex
- ✚ 1 retângulo de 45cm x 8cm de eucatex
- ✚ 1 retângulo de 45cm x 35cm de eucatex
- ✚ 1 retângulo de 44,2 cm 34,2cm de eucatex
- ✚ 6 paralelepípedos de madeira de 6cm
- ✚ 4 paralelepípedos de madeira de 8cm

Para a confecção da estrutura externa pode-se utilizar o eucatex, mdf ou papelão.
A montagem completa de cada unidade apresenta um custo médio de R\$ 200,00

3.1 Composição do produto educacional

O produto educacional consiste em um jogo interativo físico, o qual é composto por 32 cartas, sendo que 14 delas são utilizadas para o “treinamento”, 10 para os desafios e 8 para o jogo propriamente dito.

O equipamento conta também com três resistores (300Ω , 200Ω e 100Ω) três acessórios que simulam uma tv, um ferro elétrico e um chuveiro elétrico, palitos de madeira de 2cm de comprimentos que são utilizados para fazer marcações no gráfico e um elástico utilizado para simbolizar a curva formada no gráfico.

Na figura 1 é possível observar os acessórios a serem utilizados, sendo que as cartas (1) são utilizadas para o treinamento, as cartas (2) são utilizadas quando o aluno erra o resultado e tem uma nova chance através da solução de um desafio rápido, as cartas (3) são utilizadas durante o jogo propriamente dito, que ocorre após a etapa de treinamento. Os itens (4) são resistores com valores desconhecidos, os palitos (5) são utilizados para representar os pontos no gráfico, o componente (6) simboliza um aparelho cuja potência é desconhecida, os componentes (7) representam equipamentos utilizados no cotidiano do aluno cuja potência é desconhecida e, por fim, o elástico (8) é utilizado para representar a curva do gráfico.

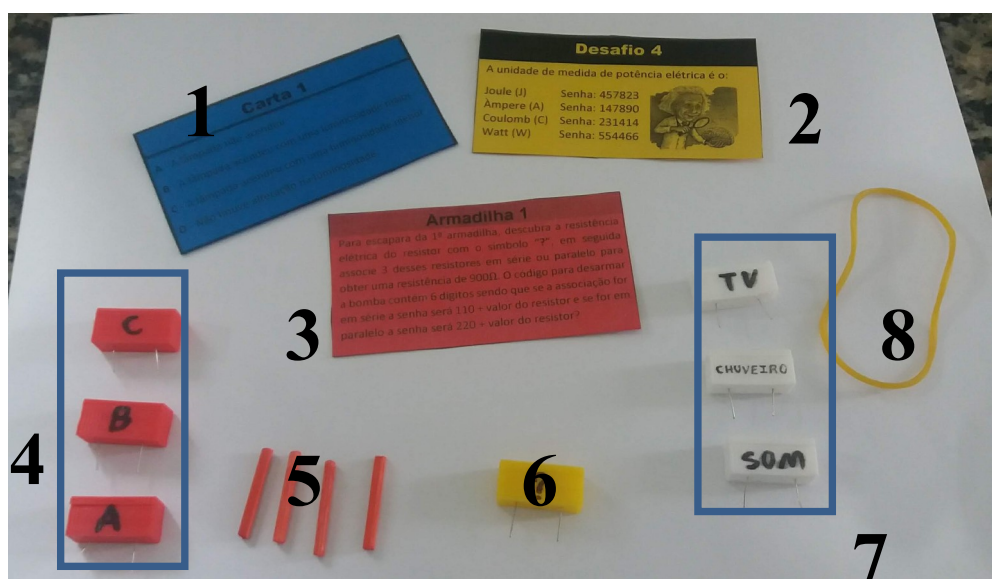


Figura 1 - Acessórios disponíveis no produto educacional

Fonte: o autor

Também se faz uso de uma fonte de alimentação de 12V que pode ser substituída por 8 pilhas AA totalizando 12V. Os demais elementos já se encontram fixados no próprio aparelho, o qual possui um alto falante para apresentar as instruções e indicar os estímulos sonoros do jogo, um painel de *leds*, que possui a função de informar em qual fase do jogo o participante está, um *display LCD* que traz informações pertinentes a fase em que o jogador está e também atua como mostrador de várias ferramentas de medida utilizadas durante o jogo. Os elementos citados podem ser observados na figura 2.

A estrutura física também conta com três conectores, onde os acessórios são conectados para serem aferidos, um potenciômetro, o qual tem a função de variar o

O aparelho permite realizar os seguintes experimentos:

- ✚ Observar a influência de um resistor na luminosidade de um led afim de que o mesmo perceba que quanto maior for a resistência elétrica associada em série a um led menor será sua luminosidade;
- ✚ Aprender a utilizar um voltímetro e associar a ele sua função e unidade de medida;
- ✚ Aprender a utilizar um amperímetro e associar a ele sua função e unidade de medida;
- ✚ Verificar que há uma relação diretamente proporcional entre a voltagem e a corrente elétrica em resistores ôhmicos;
- ✚ Verificar que a luminosidade de uma lâmpada aumenta com o aumento da corrente elétrica aplicada a ela;
- ✚ Verificar que a função de um resistor e a limitação de corrente elétrica;
- ✚ Fazer coleta de dados de tensão e corrente elétrica aplicada há um resistor;
- ✚ Produzir um gráfico de tensão versus corrente ($U \times I$) para determinar a resistência de um resistor desconhecido;
- ✚ Determinar a potência elétrica de alguns aparelhos elétricos de seu cotidiano;

3.3 As cartas utilizadas no jogo

Para complementar o jogo são utilizadas 14 cartas intituladas carta 1, carta 2,..., as quais tem a função de ajudar os alunos a realizar os experimentos e faze-los refletir sobre o os procedimentos realizados.

As 10 cartas de desafio intituladas desafio 1, desafio 2,..., são utilizadas quando o aluno erra uma resposta, assim ele pode responder a pergunta que ela contém e voltar ao jogo.

As 8 cartas de armadilha intituladas armadilha 1, armadilha 2,..., contém desafios que os alunos precisam resolver durante o jogo.

As cartas encontram-se no apêndice D.

3.4 Instruções de construção

3.4.1 Instruções gerais

Para iniciar o processo de construção é necessário seguir todas as etapas descritas no fluxograma contido na figura 3, principalmente no que se refere à gravação do código fonte nas placas Arduino, pois se a gravação for realizada em outra ordem o sistema não irá funcionar. Isso se deve ao fato de que quando gravamos o código “Eprom.ino”, transformamos o Arduino em um gravador de eprom (Memória Somente de Leitura Programável Apagável), o qual ao ser executado uma vez, grava na memória externa 24C08B os textos que serão mostrados durante o jogo. Após esta gravação devemos gravar o arquivo “Central de processamento.ino”, o qual transforma o Arduino em um sistema de processamento dos dados vindos da memória eprom 24C08B, da placa de comando e da placa de botões.

Para visualizar os arquivos em 3D é realizar a impressão é necessário fazer o *download* do programa gratuito “Repetidor-Host”, disponível no site <https://www.repetier.com/download-now/>.

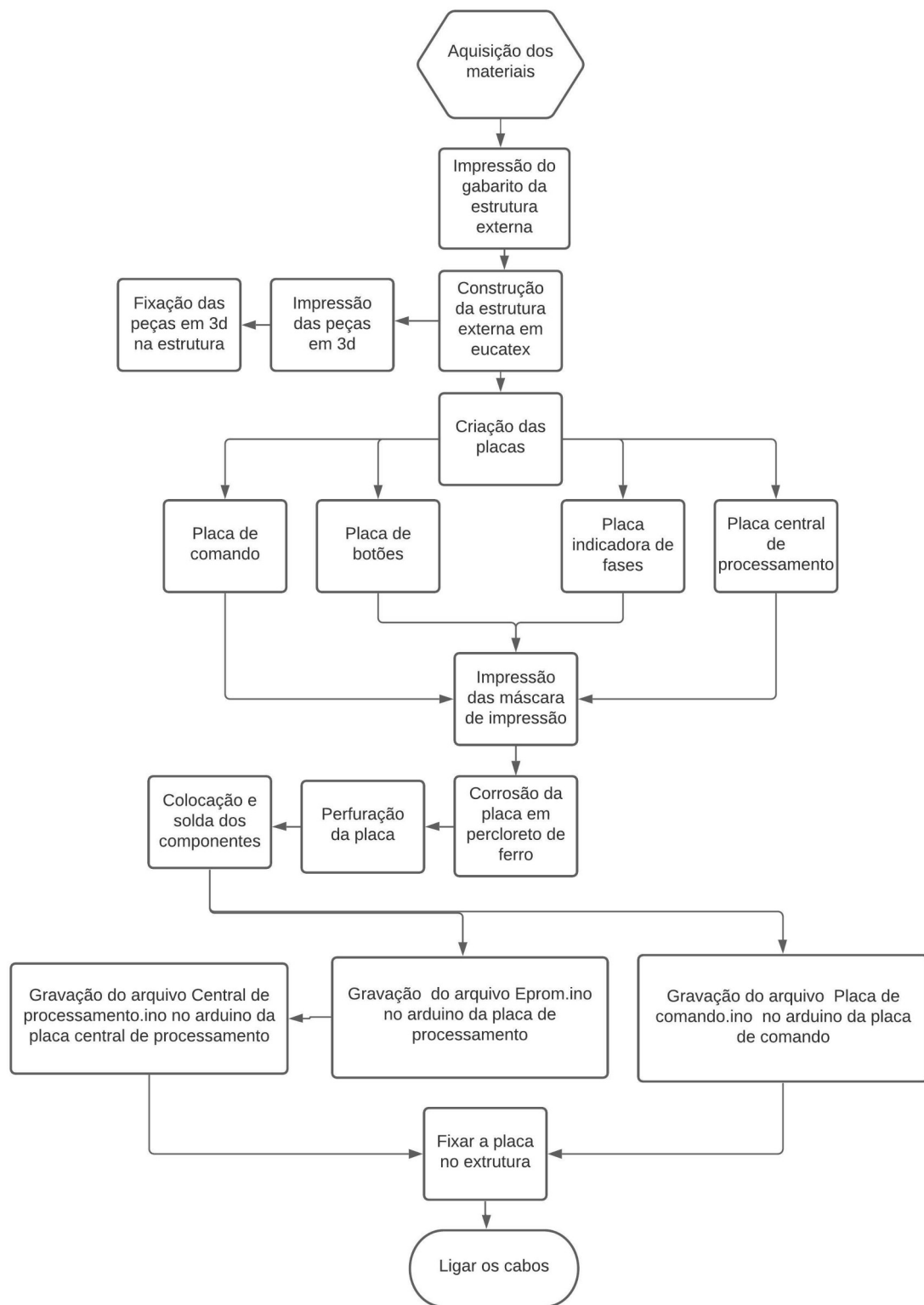


Figura 3 - Fluxograma descrevendo as etapas de construção do aparelho

Fonte: o autor

Se desejar, visualizar os diagramas elétricos bem como as placas em formato 3D é necessário fazer o *download* do programa “Proteus”, que apresenta uma versão de teste disponível no site <https://www.labcenter.com/downloads/>.

3.4.2 Construção da estrutura física do aparelho

Para realizar a montagem da estrutura externa do aparelho são necessários:

- ✚ 1 retângulo de 45cm x 6cm de eucatex
- ✚ 4 triângulos de 6cm x 34,5cm x 8cm de eucatex
- ✚ 1 retângulo de 45cm x 8cm de eucatex
- ✚ 1 retângulo de 45cm x 35cm de eucatex
- ✚ 1 retângulo de 44,2 cm 34,2cm de eucatex
- ✚ 6 paralelepípedos de madeira de 6cm x 1cm
- ✚ 4 paralelepípedos de madeira de 8cm x 1 cm

Para a montagem da estrutura externa é possível substituir o eucatex por mdf ou papelão sem comprometer sua integridade estrutural.

A montagem da estrutura pode ser vista na figura 4.

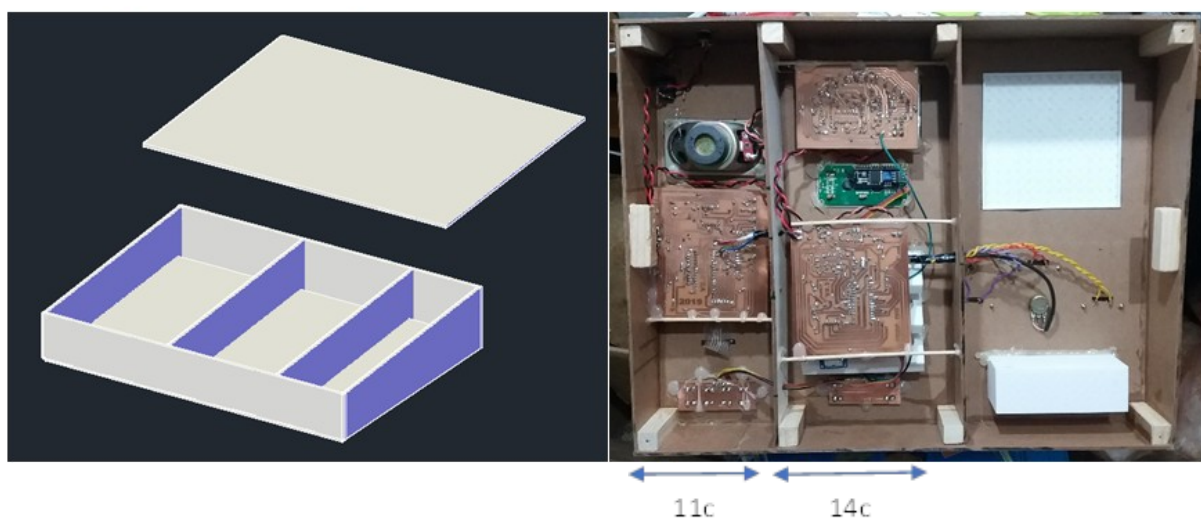


Figura 4 - Montagem da estrutura

Fonte: o autor

O gabarito para fazer os cortes na parte superior encontra-se no anexo A e deve ser impresso diretamente, pois já se encontra em escala, bastando uni-los e posicionar sobre a chapa retangular de 45cm x 35cm para fazer as devidas marcações e cortes. Os cortes devem seguir as linhas na cor preta. Na figura 5 é possível ver a disposição das molduras a serem inseridas na estrutura.

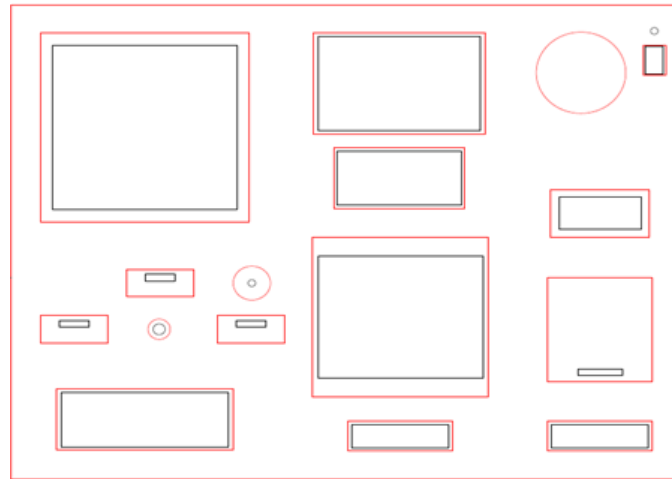


Figura 5 - Disposição das molduras a serem inseridos na estrutura

Fonte: o autor

A colocação das molduras impressas em 3D é simples, pois cada uma só encaixa em seu respectivo lugar. Ao final da colocação de todos os componentes, a parte superior do aparelho ficará como mostra a figura 6.



Figura 6 – Visão geral do aparelho

Fonte: o autor

3.4.3 A confecção das placas de circuito

Na etapa de confecção das placas de circuito, basta imprimir o *layout* da placa em papel transfer, em seguida posiciona-se o papel com a parte impressa voltada para a parte cobreada de uma placa de fenolite de mesmo tamanho da impressão, em seguida passar um ferro elétrico comum ajustado para cerca de 1/4 de sua potência sobre a parte de trás do papel por cerca de 1 minuto. Logo após, retirar o papel cuidadosamente, pois o *toner* ficará grudado na superfície de cobre da placa de fenolite. Para produzir todas as placas é necessária uma placa de 10 cm x 20 cm.

Na próxima etapa, coloca-se 500 ml de água em uma vasilha plástica e posteriormente coloca-se vagarosamente 250 g de percloroeto de ferro, mexendo com um pedaço de madeira ou plástico para dissolver melhor o produto na água. Para esse processo, recomenda-se o uso de óculos de proteção e luvas de borracha usadas para limpeza.

Após dissolver o percloroeto, faz-se uma pequena perfuração em um dos cantos da placa, em seguida, amarra-se um pequeno barbante afim de poder mergulhá-la no ácido (percloroeto) e depois de cerca de 2 minutos retirá-la. A placa deve ser movimentada durante estes 2 minutos, afim de propiciar um perfeito processo de corrosão.

Após a conclusão da corrosão, lavar a placa em água corrente e secá-la com papel toalha.

Com a placa seca, inicia-se o processo de perfuração com uma broca para metal de 1 mm de diâmetro. Após a perfuração, inserir os componentes eletrônicos, conforme mostra a máscara de componentes disponível no apêndice B. Efetuar a solda e cortar o excesso dos terminais dos componentes.

Todas as máscaras das placas bem como as máscaras de componentes e lista de materiais necessários à confecção de cada placa encontram-se no apêndice B.

Todos os componentes utilizados são encontrados com facilidade em plataformas de vendas *on-line* como Mercado Livre, o que facilita sua aquisição.

3.4.4 Instruções de gravação do código fonte na placa Arduino e dos áudios no cartão de memória

O processo de gravação acontece da seguinte maneira, após a montagem da placa de processamento e de comando é necessário fazer o download dos arquivos que estão disponíveis para download de modo gratuito no endereço eletrônico <http://drive.google.com/drive/folders/1VOwvPycjBuaGhEIlo02N6BpQ6HF20la9?usp=share>, em seguida, instalar o software “arduino-1.8.2-windows” que também encontra-se neste link. Posteriormente a instalação do programa Arduino, basta abrir o arquivo Eprom.ino, selecionar a porta de comunicação e o modelo da placa (Arduino nano), assim como mostra a figura 7.

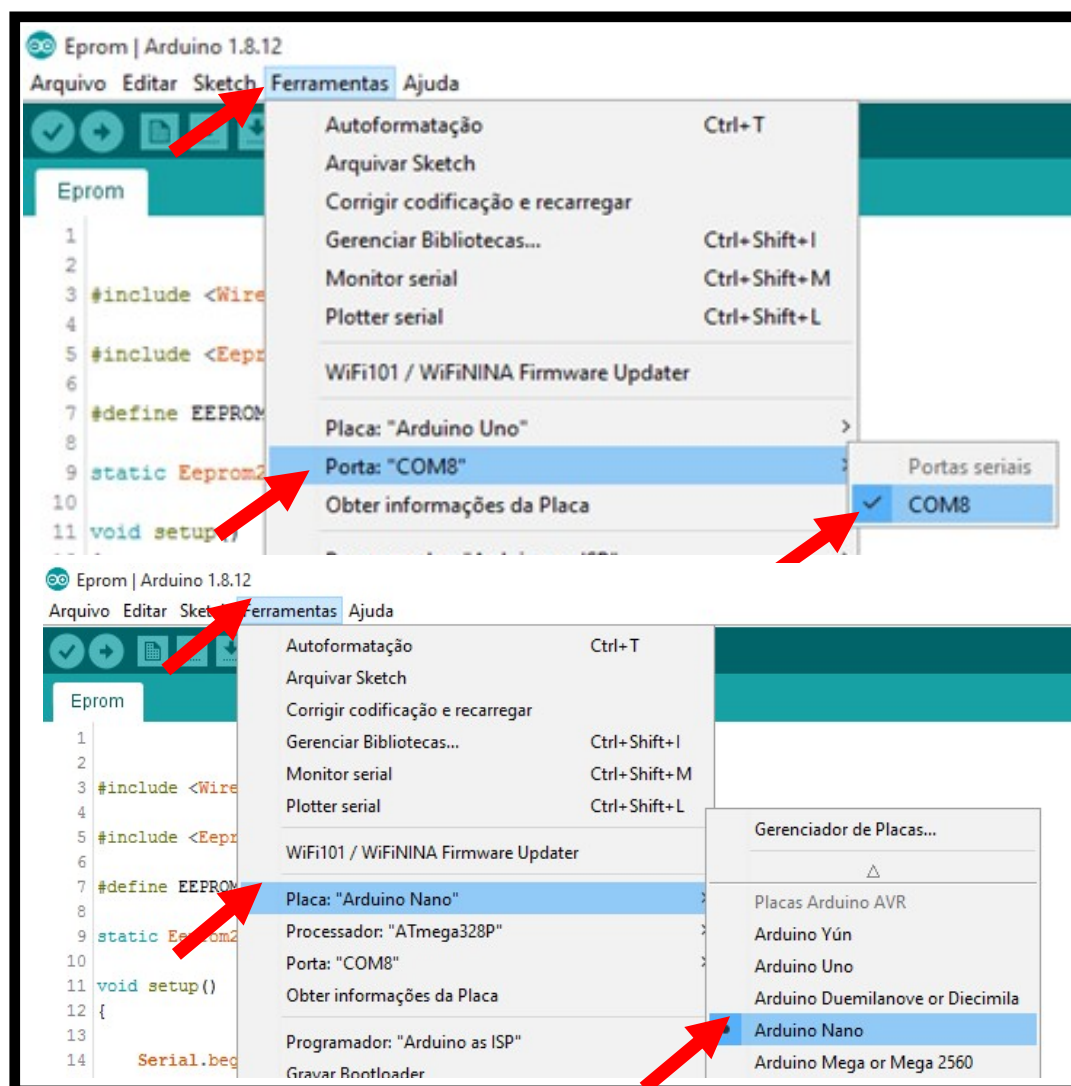


Figura 7 - Seleção da porta de comunicação e da versão da placa

Fonte: o autor

Feito isso, é necessário clicar no botão carregar, aguardar alguns segundos até que apareça a mensagem “carregado”, assim como mostra a figura 8.



Figura 8 - Sequência de gravação do Arduino

Fonte: o autor

Ao carregarmos o arquivo Eprom.ino, o Arduino se transforma em um gravador de memória eprom (Memória Somente de Leitura Programável Apagável), a qual tem a função de armazenar dados que ocupam muito espaço na memória nativa do Arduino. Com a gravação deste program na placa Arduino, o mesmo efetua automaticamente a gravação de todos os dados necessários ao jogo na memória 24C08B, a qual se encontra na placa de processamento e está representada na figura 9. O uso desta memória externa é necessária, pois o Arduino nano não dispõem de memória suficiente para comportar todo o programa da placa de processamento.

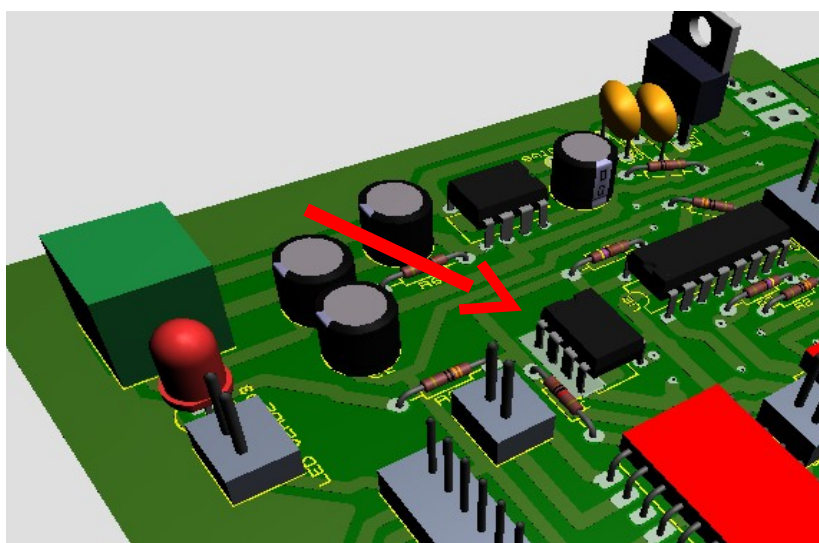


Figura 9 - Localização da memória 24C08B na placa de processamento

Fonte: o autor

Agora, sem desconectar o Arduino da USB abrimos o arquivo “Central_de_Processamento.ino”, afim de carregarmos o código que transforma o Arduino em um gerenciador de informações, o qual faz o tratamento de dados vindos da memória eeprom, dos botões, cartão de memória e da placa de comando. Vale ressaltar, que ao gravarmos o arquivo Central_de_Processamento.ino, o Arduino deixa de se comportar como gravador de memória eeprom e passa a agir como processador de dados. Posteriormente, clicamos no botão carregar, aguardamos alguns segundos até aparecer a mensagem “carregado”. Com o carregamento concluído, deve-se desconectar a placa Arduino da porta USB.

Agora, vamos efetuar a gravação da outra placa Arduino, para isso, pegamos a placa de comando, conectamos na porta USB do computador, abrimos o arquivo “Placa_de_Comando.ino”, e assim como anteriormente descrito selecionamos a porta e a placa (Arduino nano) assim como demonstrado na figura 7. Posteriormente clicamos no botão carregar, aguardamos alguns segundos e quando aparecer a mensagem “carregado” o processo está finalizado. Este arquivo faz com que o Arduino faça a varredura do teclado e gerencie o *display* numérico, responsável por mostrar o tempo durante o jogo, além de enviar comandos para a placa indicadora de níveis do jogo e seleção dos áudios a serem executados. A troca de informações entre os dois Arduinos ocorre de modo serial. Após a conclusão de todo o processo, basta desconectar o Arduino da porta USB.

Fez-se necessário o uso de duas placas Arduino nano em virtude do número de portas necessárias para fazer toda a interação, vale ressaltar que não se fez uso do Arduino mega, pois o valor do mesmo é significativamente maior do que as duas placas Arduino nano utilizadas.

Como o sistema produzirá sons, devemos inserir no *shield* de cartão da placa de processamento um cartão de memória modelo microSD contendo os arquivos de áudio disponíveis na pasta “Audios” cuja extensão é “.WAV”.

Para gravar o cartão de memória é bem simples, basta inseri-lo em um computador, fazer a seleção dos 508 arquivos contidos na pasta “Audios”, clicar com o botão direito do *mouse* e selecionar copiar, em seguida abrir o cartão de memória, clicar com o botão direito do *mouse*, em seguida clicar em colar. Por fim basta conecta-lo no *shield* de cartão da placa de processamento.

Após esses procedimentos já é possível fixar as placas na estrutura física do produto educacional e efetuar a ligação dos cabos de conexão assim como mostrado no apêndice C.

4. ESTRUTURA DAS AULAS E AVALIAÇÃO

A atividade a ser desenvolvida deve ser um complemento à uma aula tradicional, sendo assim, o aluno deve apresentar algum conhecimento prévio referentes a resistores, aparelhos de medidas elétricas e potência elétrica, logo, o uso do aparelho descrito não deve ser considerada uma fonte de conhecimento prévio, tão pouco substituto da explanação verbal normalmente feita por parte do docente, mais sim uma ferramenta que servirá como organizador prévio e facilitará a compreensão dos conceitos abordados e estimulará seus subsunsores contribuindo com a aprendizagem significativa.

Como se partiu da ideia de que a grande maioria das instituições de ensino de nível médio não contam com laboratório de física, tão pouco de equipamentos para realização de experimentos, além do docente normalmente dispor de aulas individuais em torno de 45 a 50 minutos, acaba inviabilizando a montagem de experimentos muitas vezes simples, em virtude do tempo necessário à montagem, desmontagem, ajustes nos aparelhos de medida para evitar eventuais danos inerentes ao uso de escalas de medida erradas por parte dos alunos. Assim, buscou-se dar ao equipamento um caráter de praticidade, logo o docente só precisa ligá-lo à tomada para iniciar seu uso e desligar da tomada para finalizar sua atividade, podendo deixar a sala de aula com grande agilidade maximizando o tempo dedicado ao ensino. O aparelho também propicia um interesse espontâneo por parte do aluno pela sua aparência colorida e principalmente por apresentar algumas características presentes nos jogos, como evolução progressiva, e interatividade.

O aparelho foi desenvolvido para ser utilizado em duplas ou equipes com no máximo 5 integrantes, afim de gerar discussões e troca de ideias entre os alunos. Como nem toda sala de aula dispõe de várias tomadas o aparelho pode ser ligado a rede elétrica convencional, pois é bivolt(110V- 220V) ou 8 pilhas pequenas modelo AA dispostas em um suporte de pilhas, afim de formarem 12V. Os fios de energia do suporte devem ser ligados a um *plug* macho de fonte de 2,1 mm, possibilitando assim, sua conexão no aparelho.

A atividade a ser desenvolvida começa com um processo de adaptação e localização de todos os elementos que compõem o aparelho, bem como do aprendizado de como realizar alguns procedimentos experimentais simples, como determinação de uma medida de voltagem, de corrente elétrica, de resistência elétrica, de construção de gráficos para a

obtenção de uma grandeza física, da medida simulada de potência elétrica e da determinação da resistência equivalente de uma associação de resistores.

Para auxiliar o aluno, o aparelho conta com instruções verbais, estímulos sonoros e visuais, bem como de cartas coloridas.

A atividade pode durar entre 30min e 45min dependendo do nível de assertividade conseguido pelo aluno.

Para garantir que o aluno não perca o rumo, a todo o momento ele é estimulado pelo jogo, que enuncia verbalmente perguntas, informa respostas e dá *feedbacks*. Todos estes processos automáticos, guiados pela máquina levam o aluno a refletir e seguir pelo caminho correto afim de concluir todas as etapas propostas pelo equipamento.

Após a etapa preparatória onde o aluno aprende a manusear o equipamento e realizar procedimentos experimentais, começa um jogo investigativo onde ele precisa resolver situações, ora cotidianas, ora fictícias, através da realização de procedimentos simples, fazendo assim ligações cognitivas entre os conceitos aprendidos de forma teórica com a sua real aplicabilidade em seu dia-a-dia.

O processo avaliativo ocorre durante a análise da quantidade de cartas de desafio que o grupo utilizou, isto é, quanto mais cartas o aluno utilizar torna-se mais evidente a necessidade de retomada do conteúdo para que o mesmo realmente venha a aprender ou esclareça eventuais dúvidas pontuais. Quando o grupo finaliza a atividade, dá um indicativo de que os integrantes conseguiram assimilar de forma satisfatória a maioria dos conceitos abordados e conseguem aplica-las em situações reais.

5. ROTEIROS PROCEDIMENTAIS

Ao fazer uso do aparelho, o aluno conta com uma série de equipamentos integrados que possibilitam a realização de diversos experimentos qualitativos e quantitativos. A seguir, é dada uma visão geral do objetivo de cada experimento ou intervenção a ser realizada bem como os roteiros procedimentais, para que o docente analise qual deve ser o melhor momento para fazer uso do mesmo, além de se inteirar sobre a dinâmica do jogo para auxiliar o aluno em alguma eventual dúvida.

A primeira atividade experimental desenvolvida pelo estudante é a observação da influência de um resistor na luminosidade de uma lâmpada led, para observar que a mesma diminui sua luminosidade à medida que associamos um resistor em série com seus terminais e que quanto maior o valor nominal do resistor menor será a luminosidade. Este experimento tem o intuito de fazer com que o estudante reflita sobre a função de um resistor e a real influência com relação a luminosidade de uma lâmpada.

Para realizar este experimento, o estudante deve conectar um resistor ao borne (terminal de encaixe) B1 e visualizar a luminosidade da lâmpada. Na figura 10 é possível observar o experimento sendo realizado com um resistor de resistência desconhecida e posteriormente com um que apresenta o dobro da resistência.

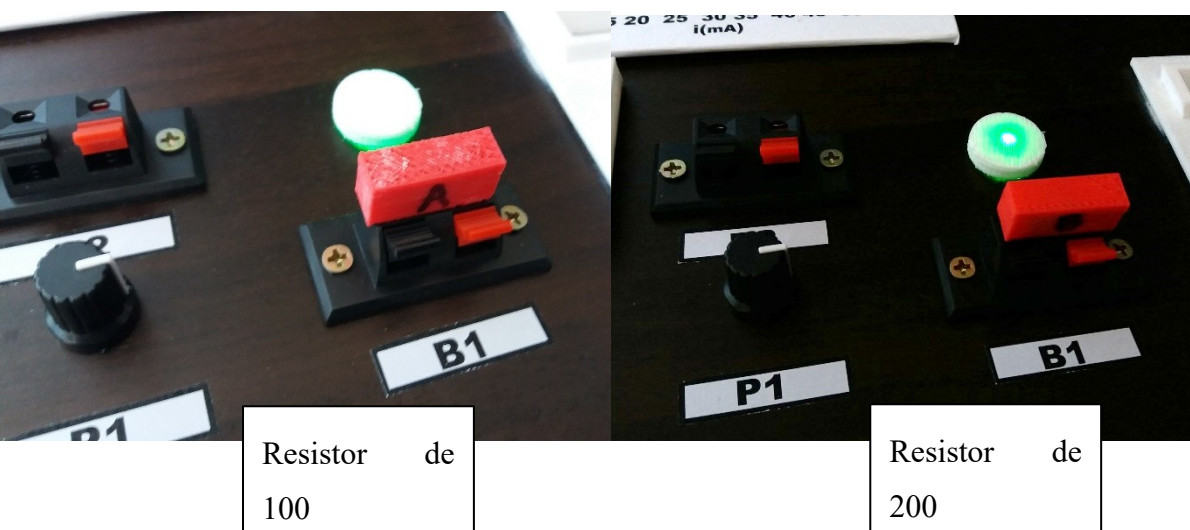


Figura 10 - Experimento para observar a influência de um resistor na luminosidade de uma lâmpada

Fonte: o autor

Após o experimento o aparelho dá um *feedback* reforçando a ideia de que quanto maior a resistência menor será a luminosidade da lâmpada. Na figura 11 está representado o fluxograma do procedimento descrito.

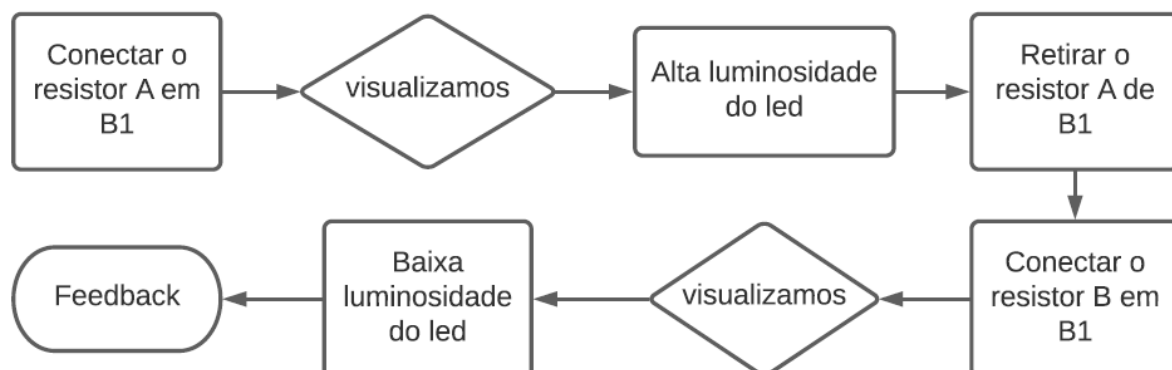


Figura 11 - Fluxograma do 1º procedimento experimental

Fonte: o autor

No próximo experimento o estudante é convidado a conhecer o voltímetro, sua função e a unidade de medida de voltagem, posteriormente ele é solicitado para movimentar o potenciômetro P1, que tem a função de alterar a voltagem aplicada ao voltímetro o qual é responsável por apresenta o valor numérico referente a voltagem bem como sua unidade de medida. Na figura 12 podemos vê-lo em funcionamento e na figura 13 o fluxograma do procedimento descrito.

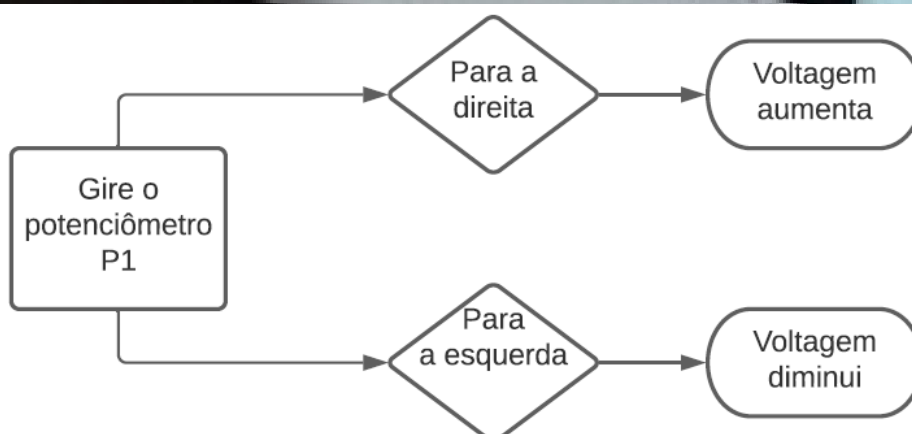


Figura 13 - Fluxograma do 2º procedimento experimental

Fonte: o autor

Para a próxima atividade experimental o aluno é conduzido a fazer uso de um amperímetro, sendo assim o aparelho lhe informa de forma verbal qual é a sua função e qual a unidade de medida a ser considerada. Afim de que o aluno tire suas próprias conclusões, o sistema solicita ao aluno que conecte um resistor de valor desconhecido no terminal de encaixe B2 e em seguida altere a voltagem aplicada ao resistor através do potenciômetro P1 e verifique o que ocorre com a corrente elétrica. Neste experimento o estudante é levado a perceber que há uma relação direta entre voltagem e corrente elétrica, pois, à medida que ele aumenta a voltagem a corrente elétrica também aumenta e quando diminui a voltagem a corrente também diminui. O aluno tem possibilidade de visualizar todos os valores de corrente elétrica correspondentes a variação de tensão de 0V à 12V em todos os resistores testados, afim de facilitar a coleta de dados quando necessário.

Na figura 14 é possível visualizar o voltímetro e amperímetro em funcionamento, já na figura 15 e mostrado o fluxograma do procedimento descrito.

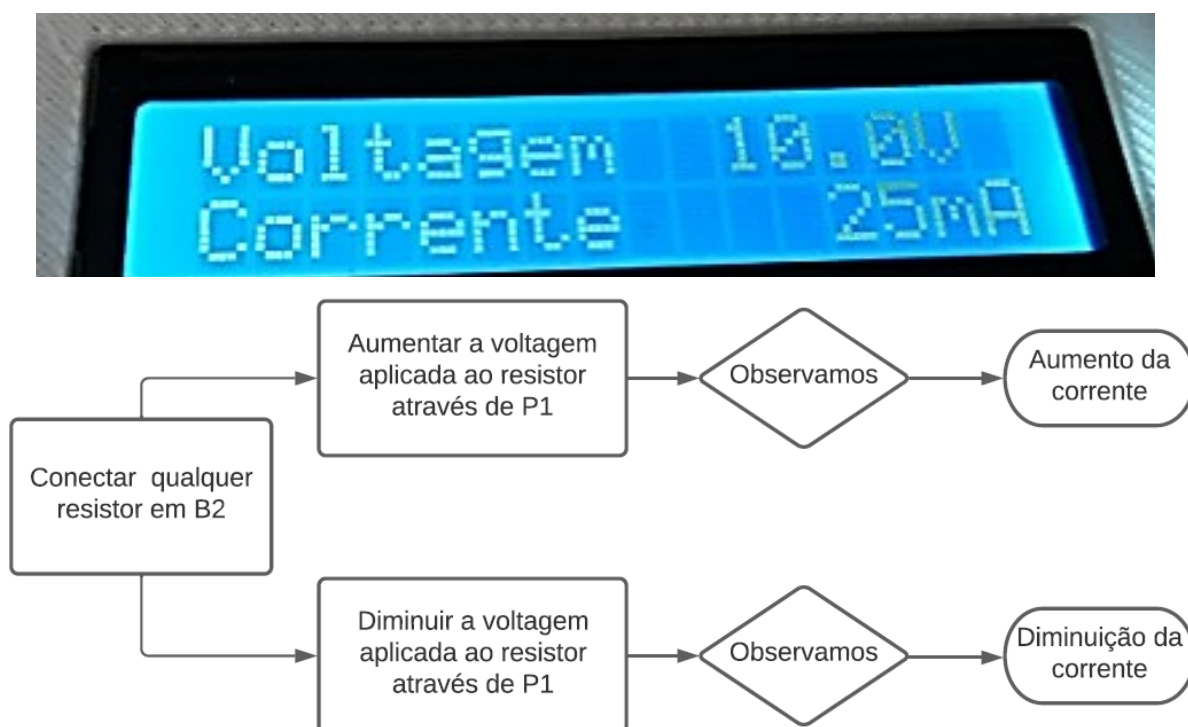


Figura 15 - Fluxograma do 3º procedimento experimental

Fonte: o autor

No próximo experimento o aluno é levado a fazer uma relação entre a corrente elétrica e a luminosidade do led, observada no primeiro experimento. Para tal o sistema solicita ao aluno que conecte o resistor A no terminal de encaixe B2 e ajuste a voltagem para 5V, em seguida observe o valor da corrente que flui pelo circuito e posteriormente substitua o resistor A pelo B, que apresenta o dobro de sua resistência e mantendo a voltagem constante observe o que houve com a corrente elétrica. Neste momento o estudante consegue compreender que a luminosidade da lâmpada depende da corrente elétrica que flui por ela, e que a função de um resistor não é diminuir a voltagem e sim limitar a passagem de corrente elétrica. Se por algum motivo o aluno não chegar a esta conclusão o próprio sistema lhe dará um feedback sonoro a respeito deste fato. Na figura 16 é mostrado o fluxograma do procedimento descrito.

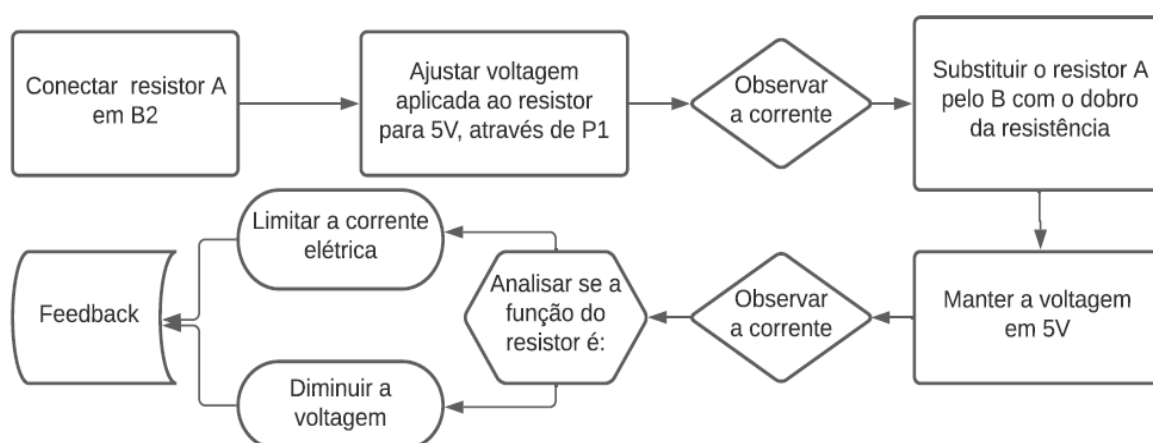


Figura 16 - Fluxograma do 4º procedimento experimental

Fonte: o autor

Para a próxima atividade experimental o sistema convida o estudante a conectar o resistor A cujo valor é desconhecido, no terminal de encaixe B2, e em seguida vá aplicando voltagens entre 0V e 12V e observando a corrente elétrica correspondente a cada voltagem, e marcando estes valores no gráfico físico com os palitinhos vermelhos e posteriormente é solicitado a envolver os palitinhos com um elástico afim de verificar a característica formada pela curva do gráfico. Na figura 17 é possível observar a aparência do gráfico após sua montagem.

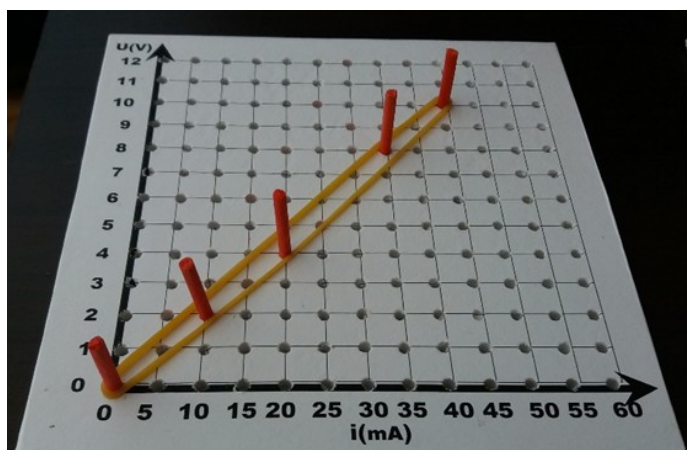


Figura 17 - Gráfico produzido com os dados coletados experimentalmente

Fonte: o autor

Ao término da montagem do gráfico o aluno é levado a perceber que como as grandezas voltagem e corrente elétrica são diretamente proporcionais a curva produzida por um resistor ôhmico é sempre uma reta. Se por algum motivo o aluno não chegar a esta conclusão o próprio sistema lhe dará um *feedback* sonoro a respeito deste fato. Na figura 18 é mostrado o fluxograma do procedimento descrito.

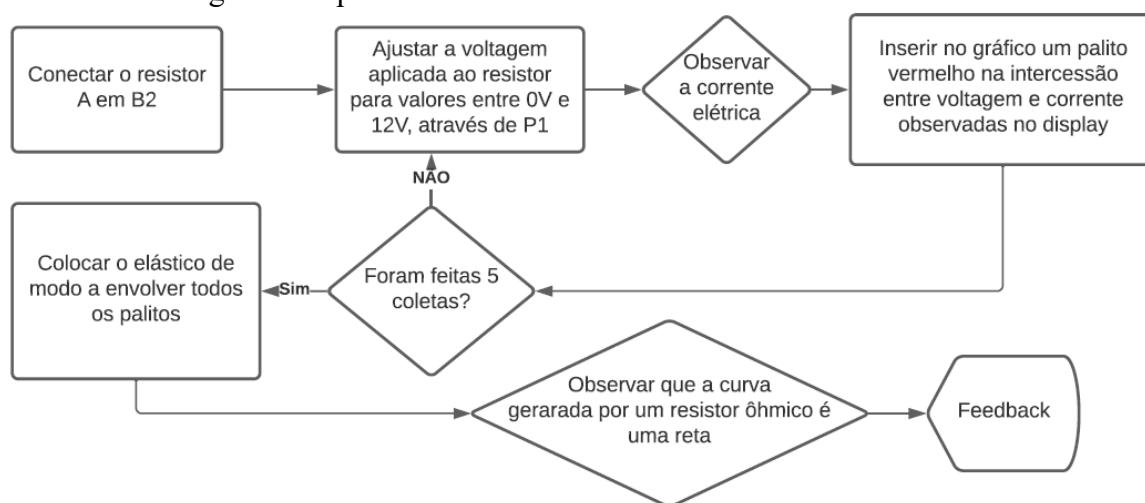


Figura 18 - Fluxograma do 5º procedimento experimental

Fonte: o autor

No próximo experimento o aluno é convidado a determinar a variação de potencial expressa no eixo y do gráfico e posteriormente a variação de corrente no eixo x em seguida dividir os dois valores para obter o resultado que é numericamente igual a resistência elétrica do resistor analisado.

Para ter certeza que o aluno realizou o cálculo de forma adequada o sistema solicita que o mesmo informe o valor encontrado, se o mesmo estiver correto ele segue em frente, do contrário o sistema solicita que o estudante refaça o experimento.

Com esta prática o estudante é levado a compreender que este é um método muito eficiente para determinar a resistência elétrica de um resistor. Se por algum motivo o aluno não chegar a esta conclusão o próprio sistema lhe dará um *feedback* sonoro a respeito deste fato. Na figura 19 é mostrado o fluxograma do procedimento descrito.

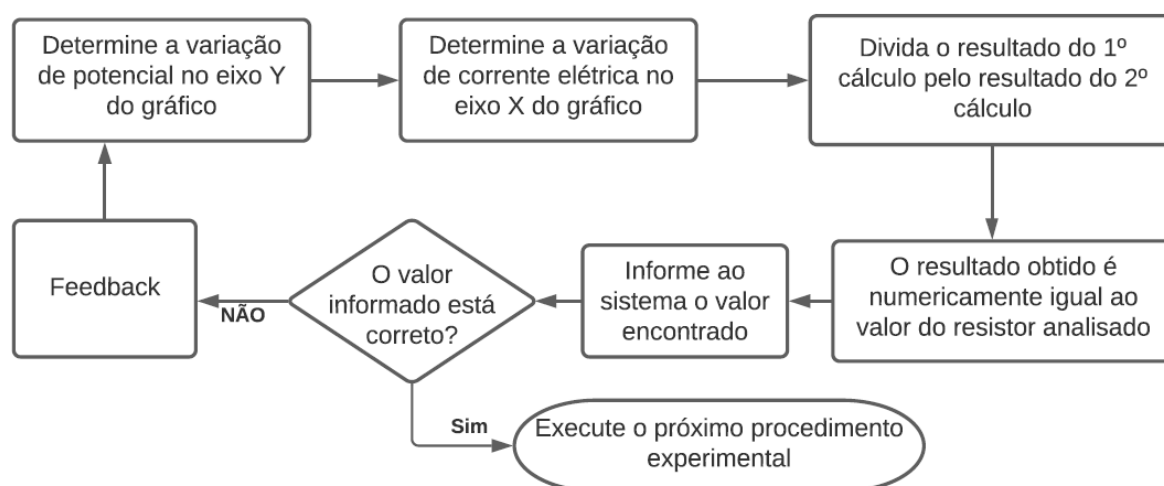


Figura 19 - Fluxograma do 6º procedimento experimental

Fonte: o autor

Para a próxima prática experimental o sistema solicita que o aluno pegue a carta 7 e observe como devem estar dispostos os resistores afim de formar uma associação em série, além de lhe mostrar qual é a equação para determinar a resistência equivalente deste tipo de associação.

Para ter certeza que o aluno entendeu, o mesmo é convidado a determinar a resistência equivalente de dois resistores associados em série e posteriormente informar o resultado encontrado. Se o mesmo estiver correto ele segue em frente, do contrário o sistema solicita que o estudante refaça os cálculos.

Continuando com a atividade experimental, o sistema convida o aluno a pegar a carta 9 e observar como devem estar dispostos resistores que são associados em paralelo bem como as equações para determinar sua resistência equivalente, em seguida o aluno é solicitado a realizar a determinação da resistência elétrica de uma associação que contém três resistores associados em paralelo e por fim informar seu valor ao sistema. Se o mesmo estiver correto ele segue em frente, do contrário o sistema solicita que o estudante refaça os cálculos. Na figura 20 é mostrado o fluxograma do procedimento descrito.

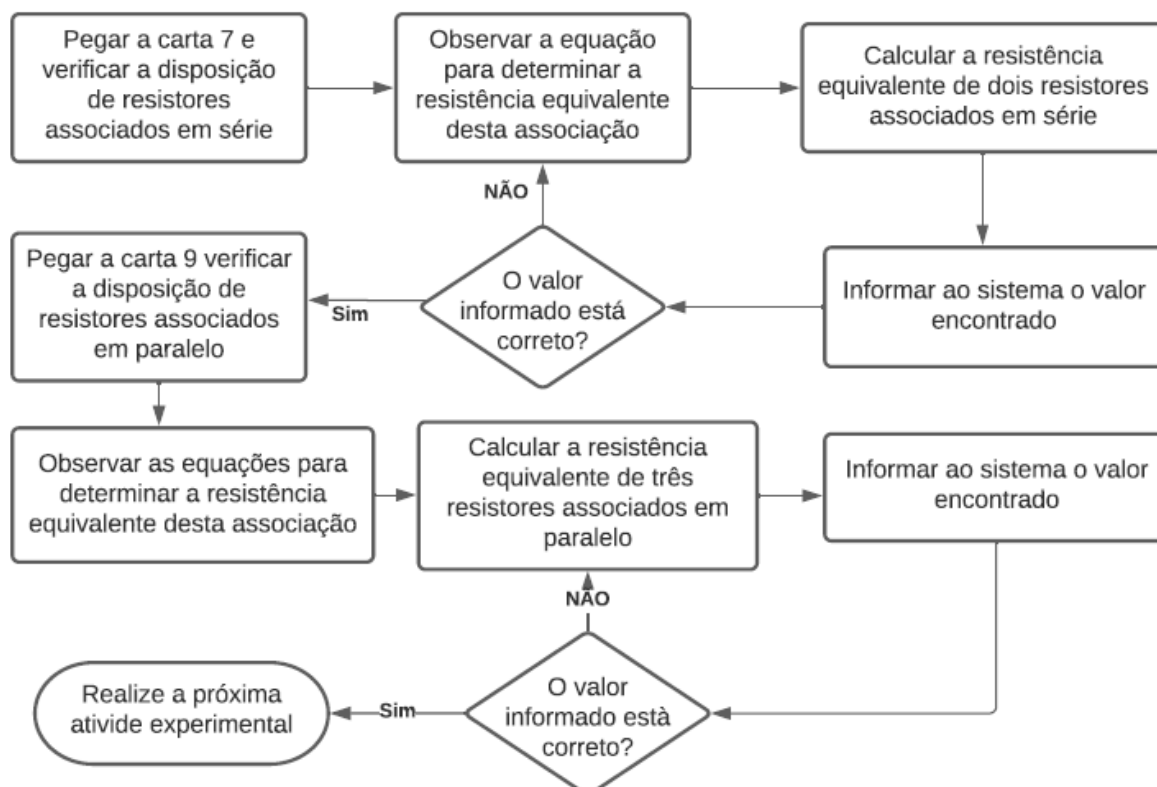


Figura 20 - Fluxograma do 7º procedimento experimental

Fonte: o autor

Na próxima prática o aluno é convidado a pegar o componente TV e conectar no terminal de encaixe B3 e verificar a potência da TV a qual é mostrada no *display* como mostra a figura 21.



Figura 21 - Componente conectado ao aparelho e indicação de sua potência

Fonte: o autor

Em seguida o estudante é convidado a pegar a carta 11 que apresenta as equações para determinar a potência elétrica, bem como o significado de cada letra que a compõem, posteriormente o sistema convida o estudante a determinar a corrente elétrica que flui pela TV ao aplicar a equação $P=U.i$.

Dando sequência, o estudante é levado a analisar, através de uma simulação proposta pelo aparelho, o que ocorre quando ligamos mais de um aparelho a rede elétrica, neste momento ele usa o equipamento para determinar a potência elétrica do aparelho de som e do chuveiro elétrico, ambos contidos no produto educacional, com o intuito de determinar a corrente elétrica que flui em cada um afim de posteriormente determinar a corrente total do circuito. Neste momento o estudante percebe que ao aumentarmos o número de dispositivos conectados à rede elétrica aumenta-se também a corrente total consumida, pois eles são ligados a rede de modo paralelo. Na figura 22 é mostrado o fluxograma do procedimento descrito.

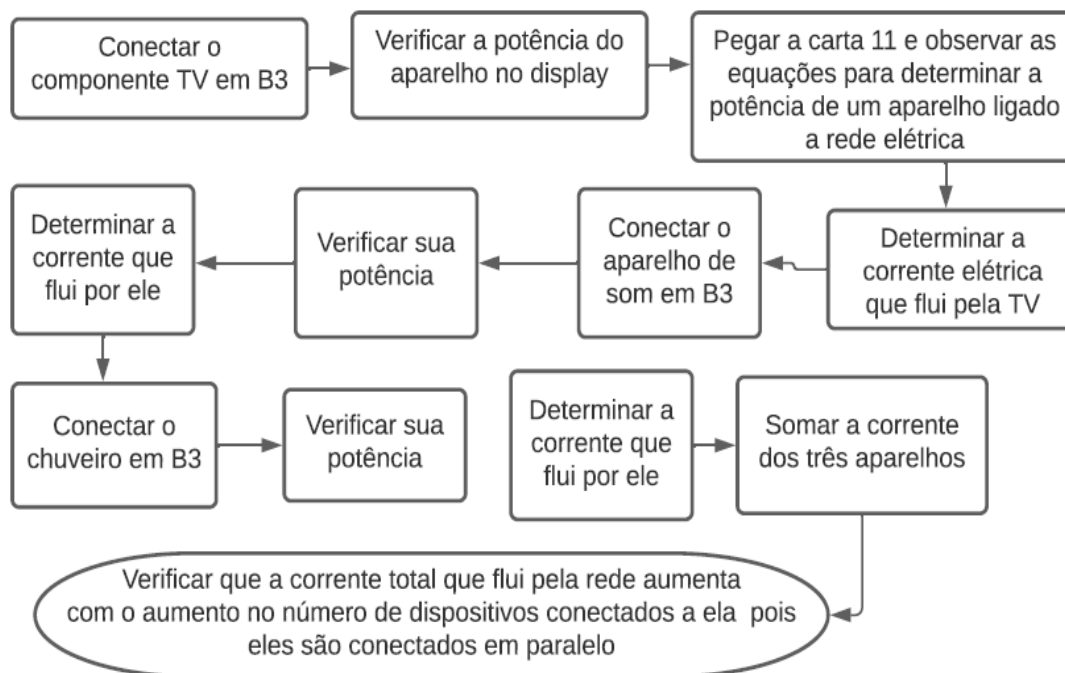


Figura 22 - Fluxograma do 8º procedimento experimental

Fonte: o autor

Para finalizar a atividade o aluno é convidado a verificar o que ocorre quando conectamos vários aparelhos de alta potência em uma extensão, para isso o aluno é levado a determinar a corrente elétrica total que flui pelos dois aparelhos sugeridos pelo sistema (forno de micro-ondas e torradeira elétrica), para tal o sistema instrui o estudante a somar as potências dos aparelhos e dividir pela tensão da rede elétrica. Em posse do resultado o aluno evidencia que a corrente total consumida pelos dois aparelhos é maior do que a corrente suportada pela extensão, logo há um superaquecimento do condutor, que pode provocar um incêndio. Na figura 23 é mostrado o fluxograma do procedimento descrito.

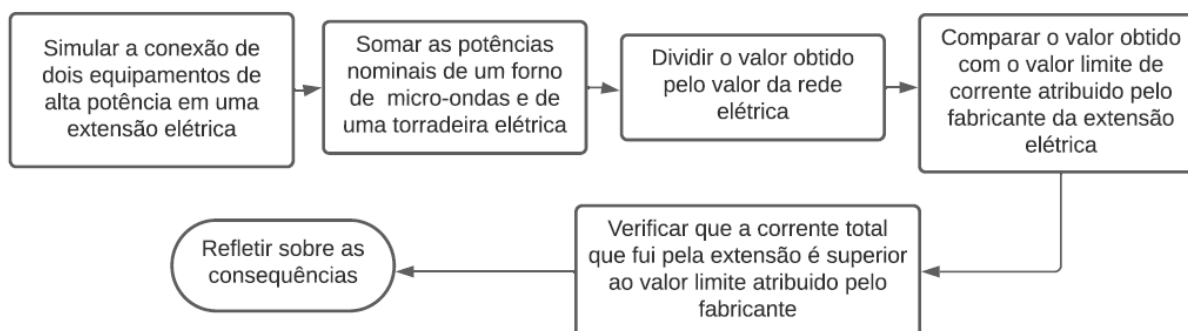


Figura 23 - Fluxograma do 9º procedimento experimental

Fonte: o autor

Com este experimento o aluno finaliza sua fase de preparação e inicia o jogo, no qual deverá refazer alguns dos experimentos já realizados para conseguir solucionar os desafios propostos pelo jogo.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso do jogo aqui proposto vem ao encontro das necessidades do atual sistema de ensino, pois propicia uma maior interação por parte dos alunos e estimula o raciocínio lógico, o trabalho em equipe bem como a reflexão sobre a aplicabilidade dos conceitos estudados. Sua utilização demonstrou-se muito fácil e prática, favorecendo a dinâmica natural de uma sala de aula e contribuindo de forma relevante com o aprendizado.

O tema eletricidade desperta grande curiosidade nos alunos por se tratar de algo que faz parte de seu dia-a-dia e aliado a um sistema *gamificado* fez com que todos os participantes se envolvessem de forma espontânea.

Durante a execução da prática, nenhum aluno demonstrou dificuldades em fazer uso do aparelho, pois o mesmo foi testado em ambientes com pouca e grande incidência de luz, para averiguar a nitidez do *display* lcd, bem como em ambiente com considerável nível de ruído para garantir que os áudios pudessem ser compreendidos. Assim, não foram observadas dificuldades de compreensão das instruções propostas, mas sim, indícios de uma melhora considerável no nível de assimilação, demonstrando que o equipamento apresenta um grande potencial como ferramenta complementar à aprendizagem.

Sua praticidade de uso estimula sua construção, pois uma vez montado, sempre está pronto para ser utilizado em qualquer ambiente, fornecendo ao docente uma ampla gama de atividades, envolvendo experimentos, simulações e resolução de problemas teóricos.

A *gamificação* demonstrou ser uma boa estratégia, pois cativou os alunos ao mesmo tempo em que forneceu-lhes recursos para compreender alguns conceitos que até então não lhe traziam um grau de relevância, pois não os viam com potencial de aplicabilidade em seu cotidiano.

Ao verificar a quantidade de cartas de desafio utilizadas pela equipe o docente obtém um *feedback* rápido que serve como parâmetro para identificar a necessidade de retomada de

algum conceito que os alunos apresentam dificuldades, facilitando assim o processo avaliativo e contribuindo de forma efetiva com o aprendizado.

O uso do aparelho demonstrou uma grande versatilidade, pois propicia uma aula muito mais dinâmica e interativa, dando aos alunos a oportunidade de realizar diversos experimentos, além de aplicar o que aprendeu em situações práticas, gerando uma sensação de satisfação proporcionada pelo jogo, bem como uma ferramenta de diagnóstico ao docente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSUBEL, D. P. **Algunos aspectos psicológicos de la estructura del conocimiento**. Buenos Aires: El Ateneo, 1973.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Psicologia Educacional*. Tradução Eva Nick e outros. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

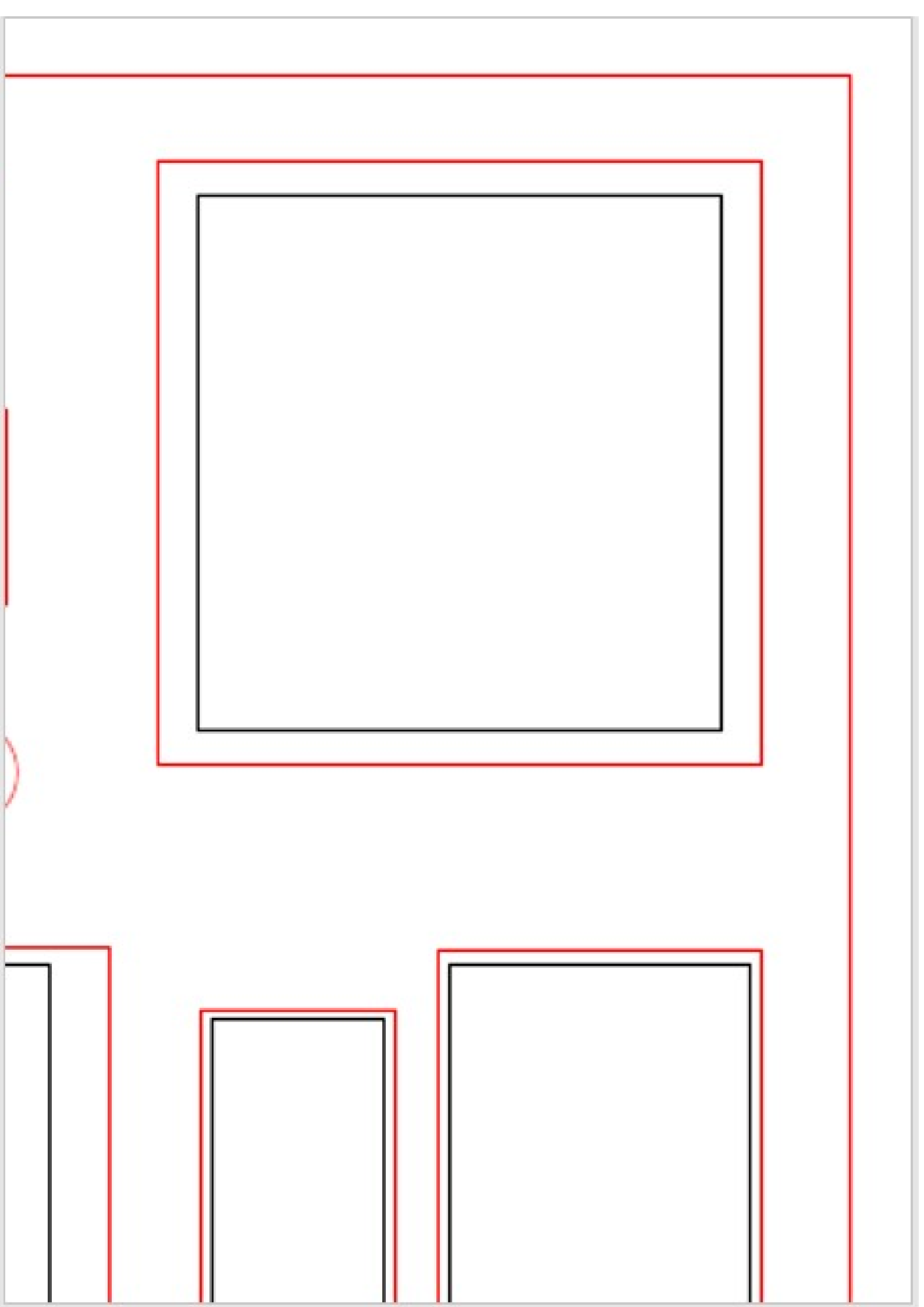
BIANCHINI, G. et al. Jogos no ensino de matemática “quais as possíveis contribuições do uso de jogos no processo de ensino e de aprendizagem da matemática?”. **Revista Destaques Acadêmicos**, Lajeado, v. 2, n. 4, p.1-8, 2011.

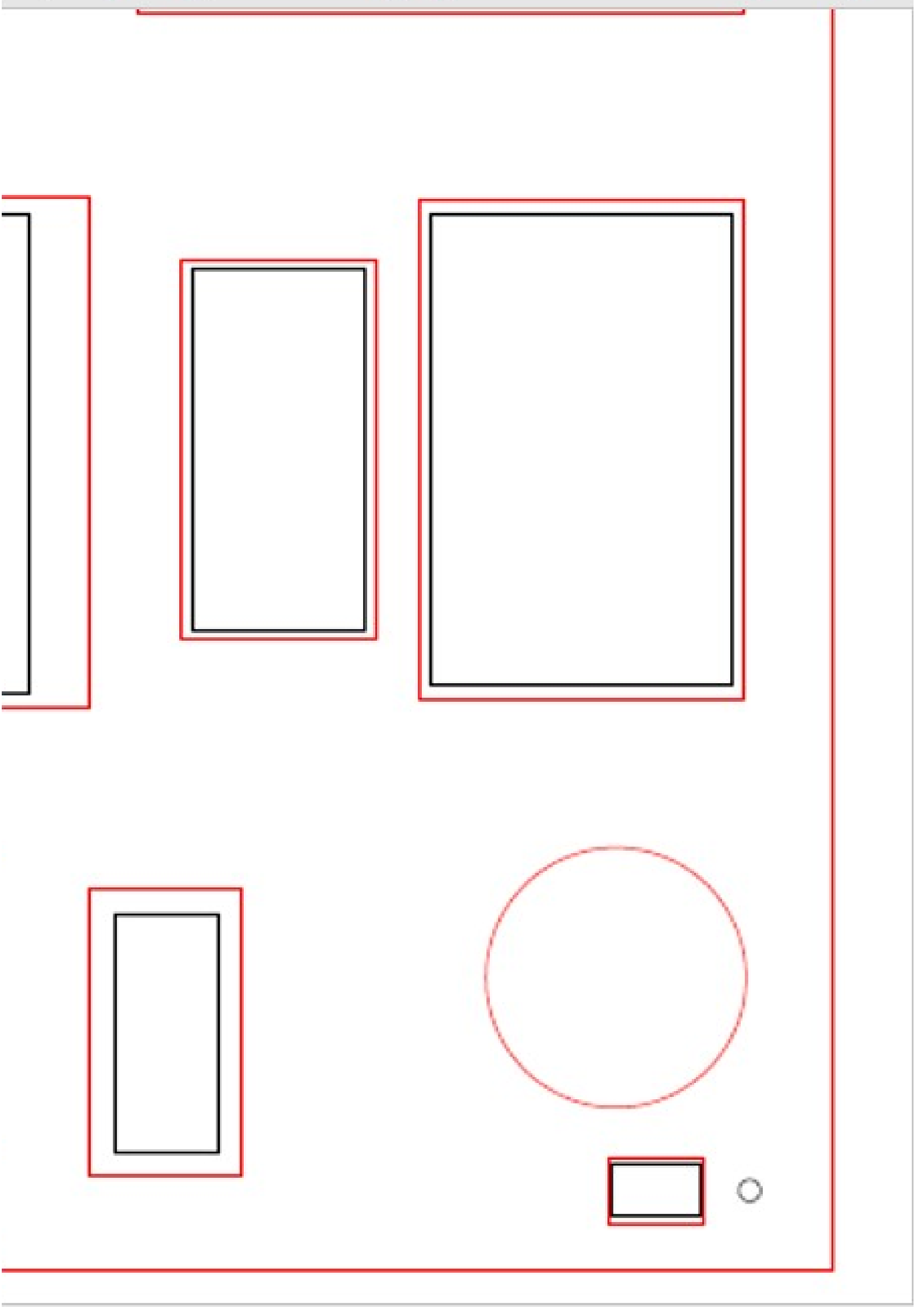
COSTA, T. M.; VERDEAUX, M. F. S. Gamificação de materiais didáticos: uma proposta para a aprendizagem significativa da modelagem de problemas físicos. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.11, n.2, p.60-105, ago. 2016.

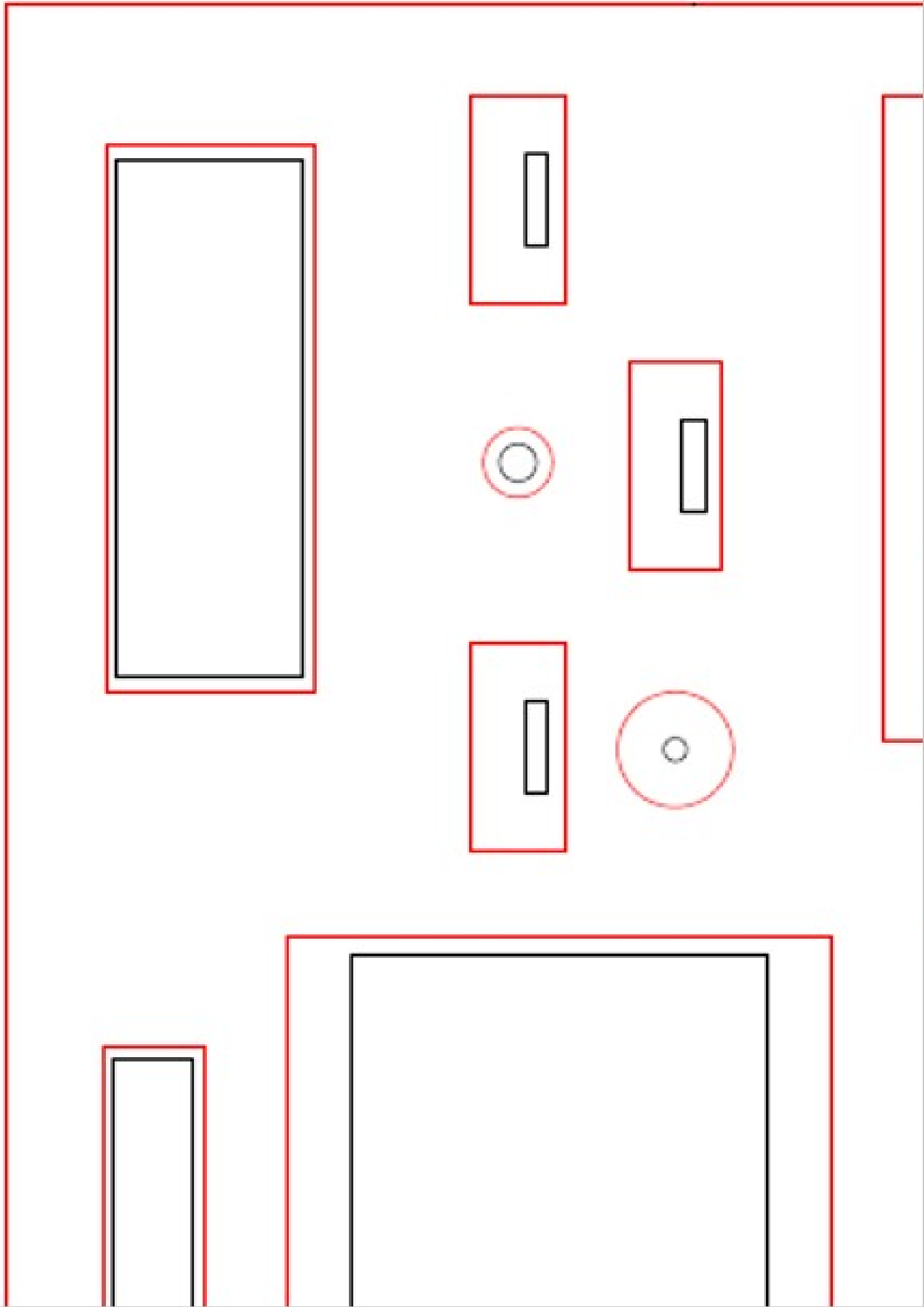
MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária Ltda, 1999.

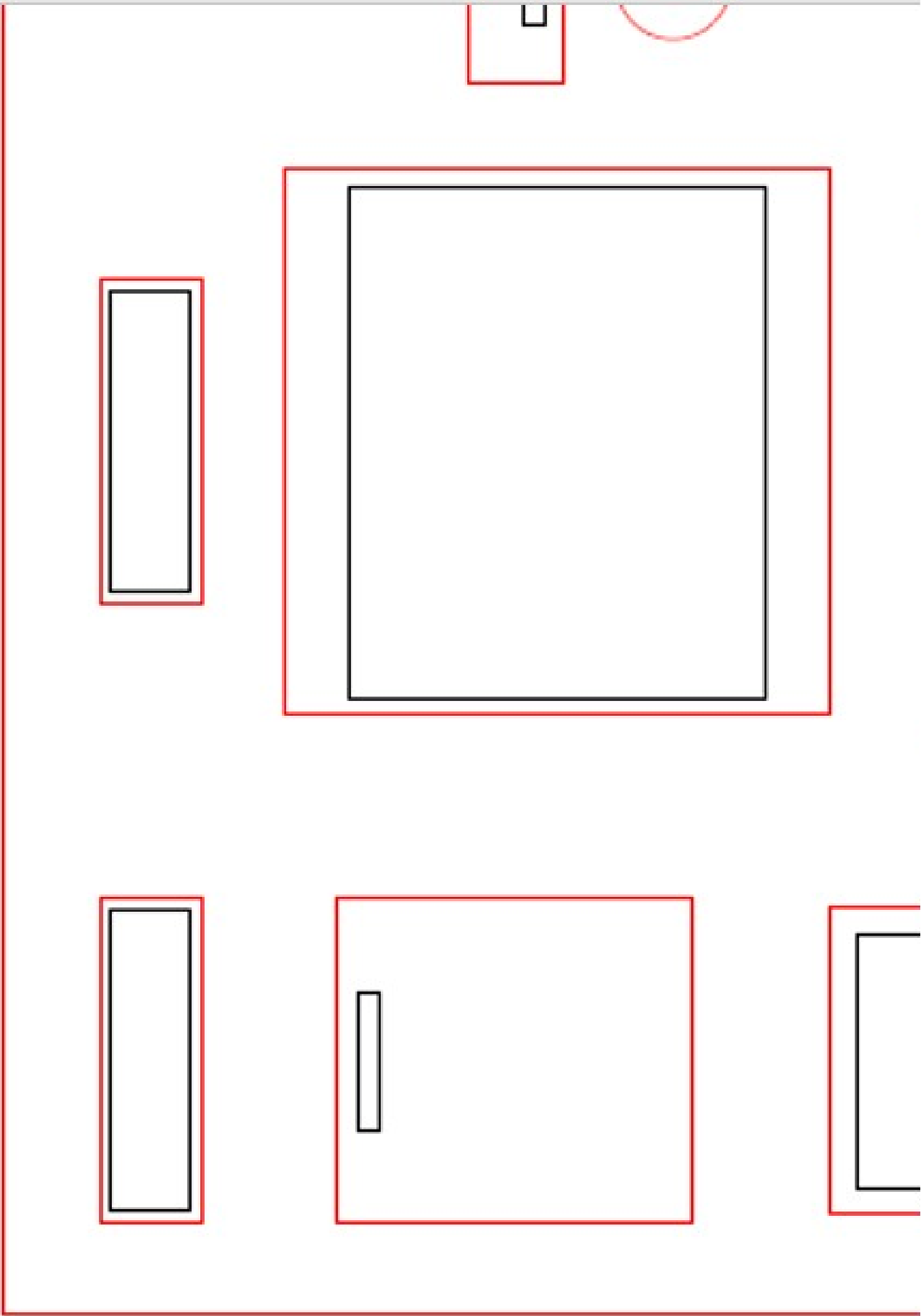
PRADO, L. L. Educação lúdica: os jogos de tabuleiro modernos como ferramenta pedagógica. **Revista Eletrônica Ludus Scientiae**, Foz do Iguaçu, v. 2, n. 2, p. 26-38, jul. 2018.

SILVA, J. B.; SALES, G. L. Gamificação aplicada no ensino de Física: um estudo de caso no ensino de óptica geométrica. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 19, n.5, p. 782-798, set. 2017.









Apêndice B – Máscaras das placas de circuito e lista de componentes

As máscaras das trilhas estão em escala, sendo assim podem ser impressas diretamente em papel *transfer*. As máscaras contendo a posição dos componentes nas placas estão disponíveis em formato pdf no endereço eletrônico <http://drive.google.com/drive/folders/1VOwvPycjBuaGhEIlo02N6BpQ6HF20la9?usp=share>.

LISTA DE COMPONENTES – PLACA INDICADORA DE FASES		
Capacitores cerâmicos	Circuitos integrados	Leds
C1 – C2 = 10nF	U1-U2 = CD 4017	D1 à D14 = 14 Leds vermelhos difusos de 5mm
Resistores	U4 = CD 4013	D_comp. e D_treino = Leds vermelhos difusos de 5mm
R1-R2-R4-R6 = 10kΩ - 1/4W	Transistores	Diodos
R3-R7-R9 = 330Ω - 1/4W	Q1 = BC548	D11 à D22 = 1N4007
R5 = 1M - 1/4W	U3 = 7805	
R10 = 1K - 1/4W		

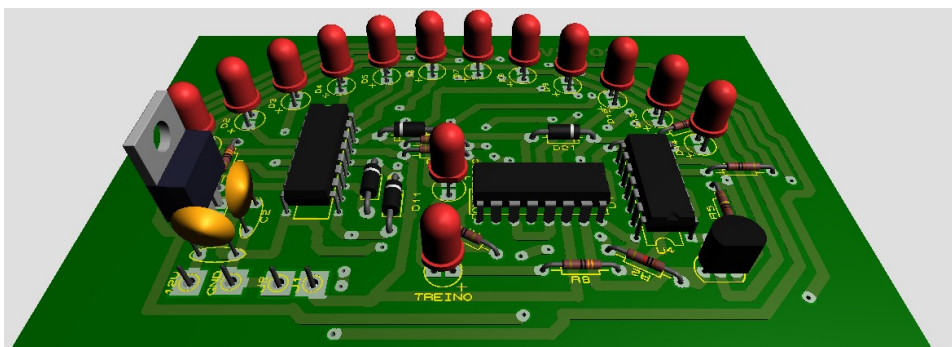


Figura 24 - Imagem 3D da placa indicadora de fases

Fonte: o autor

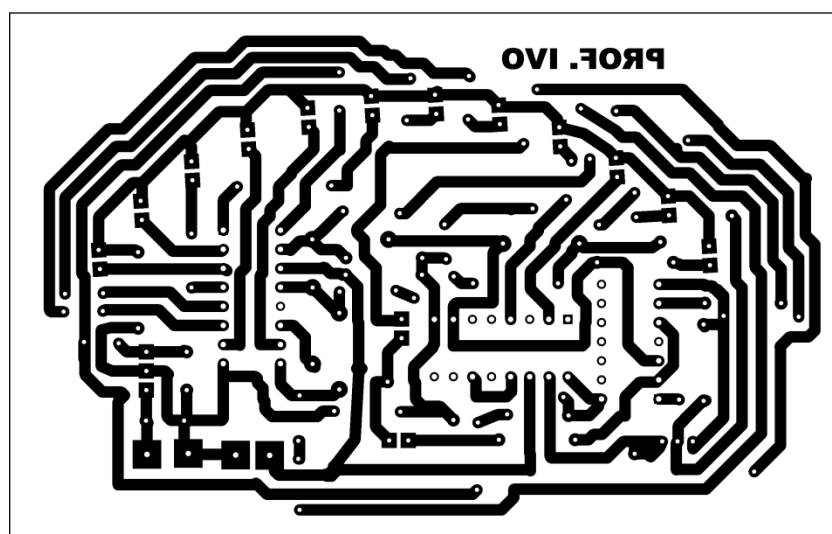


Figura 25 - Máscara das trilhas da placa indicadora de fases

Fonte: o autor

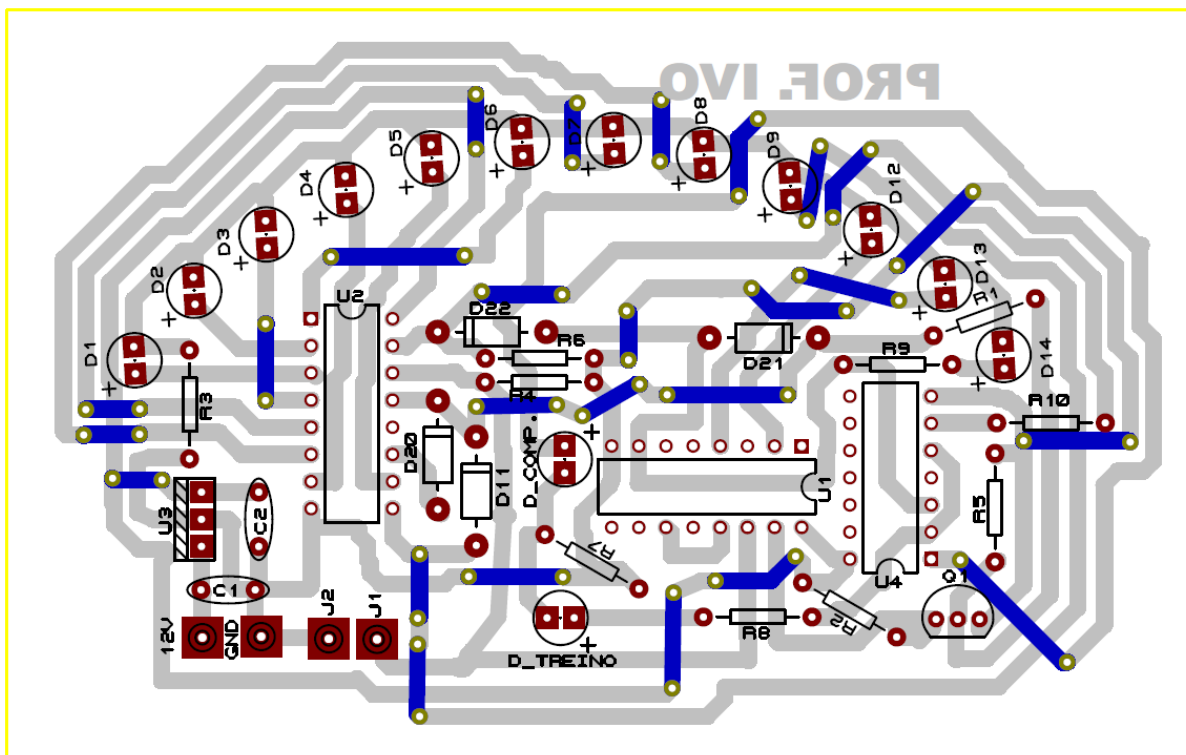


Figura 26 - Mascara indicando a posição de cada componente na placa indicadora de fases

Fonte: o autor

LISTA DE COMPONENTES – PLACA CENTRAL DE PROCESSAMENTO

Capacitores cerâmicos

C1-C3 = 10 $\mu F/16V$

C2 = 2,2 $\mu F/16V$

C4 = 220 $\mu F/16V$

C5-C6 = 100nf

Arduino

U1 = Arduino nano

Resistores

R1-R2-R24 = 330 Ω - 1/4W

R3 = 1k Ω - 1/4W

R4 = 820 Ω - 1/4W

R5-R6-R22 = 10k Ω - 1/4W

R7-R10 = 4,7k Ω - 1/4W

Circuitos integrados

U2 = CD4052

U3 = LM386

U8 = 24C08B

Transistores

U4 = 7505

Diversos

CM1 = Shield de cartão de memória

CS1-J4-LED_VERDE-

BOTOES-R_OHM-RV2-P1-

CS2-J3-J5-J6 = locais de conexão dos fios a outras placas

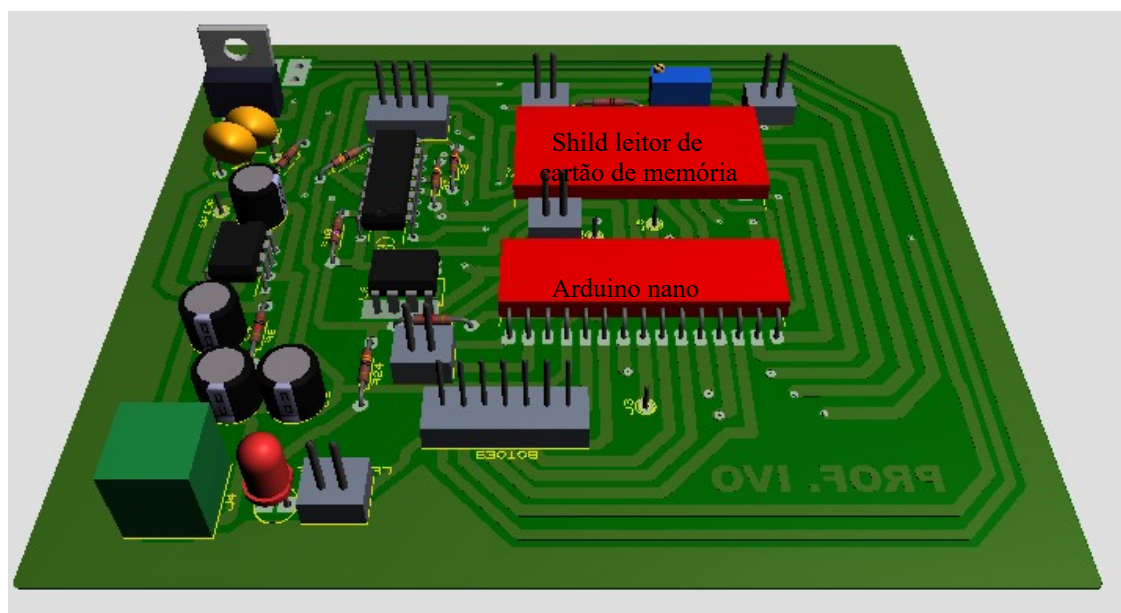


Figura 27 - Imagem 3D da placa central de processamento

Fonte: o autor

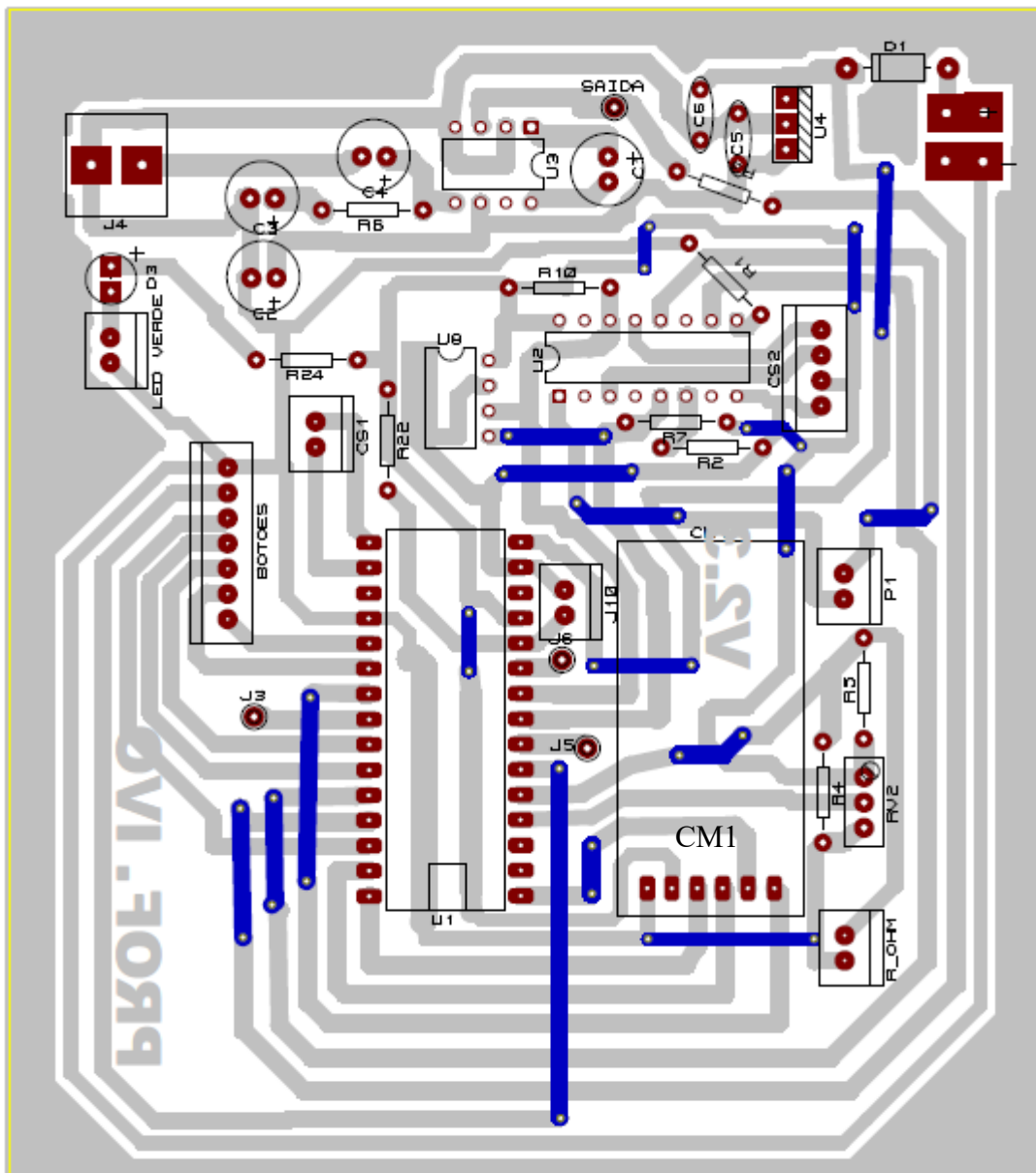


Figura 29 - Mascara indicando a posição de cada componente na placa de processamento

Fonte: o autor

LISTA DE COMPONENTES – PLACA DE COMANDO		
Capacitores	Resistores	Transistores
C7-C8 = 100nF	R8-R20 = 1kΩ - 1/4W	U6= 7805
Arduino	R9-R11-R12-R13-R14-R15-R23 = 10kΩ - 1/4W	Q1 à Q7 = BC548
U5 = Arduino nano	R16-R17-R18-R19-R25-R26-R27 = 330Ω - 1/4W	Diodo
U7 = CD4511	R21 = 300kΩ - 1/4W	D2 = 1N4007
	Display	T7 = ligação do teclado matricial
	DB = Display BCD de ânodo comum	

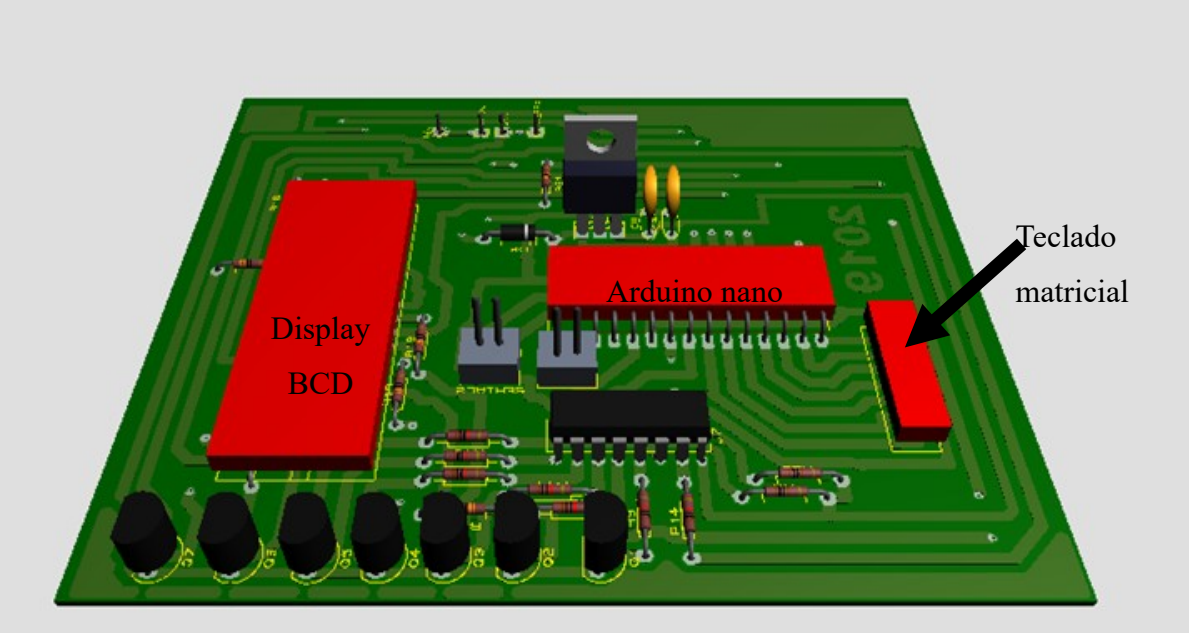


Figura 30 - Imagem 3D da placa de comando

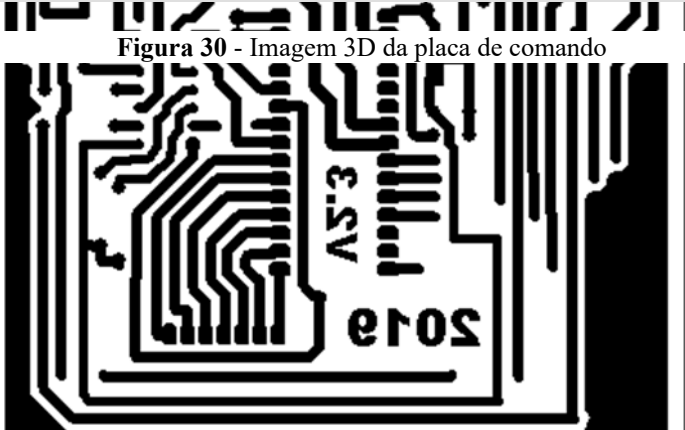


Figura 31 - Máscara das trilhas da placa de comando

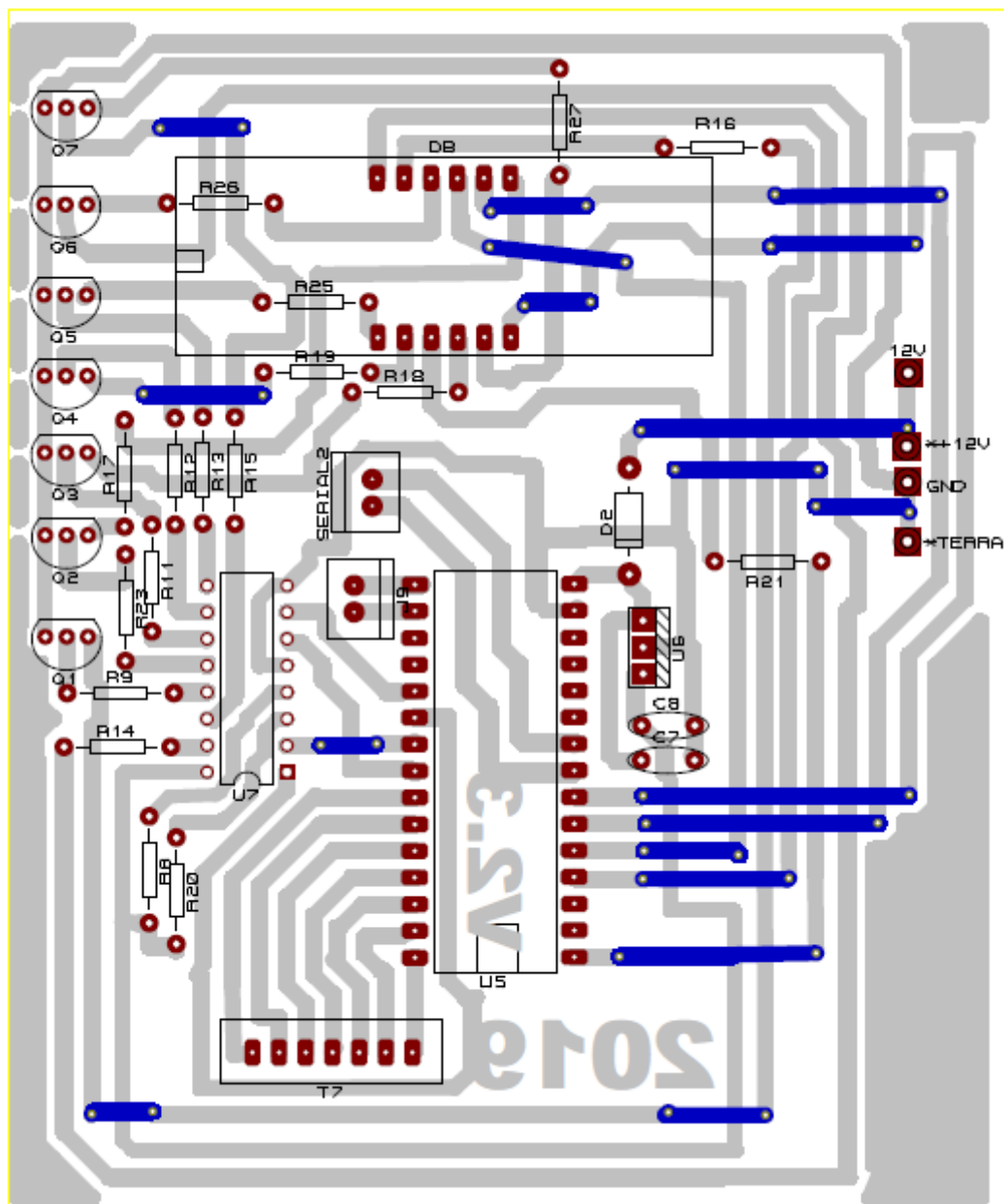


Figura 32 - Mascara indicando a posição de cada componente na placa de comando

Fonte: o autor

LISTA DE COMPONENTES – PLACA DE BOÕES

A-B-C-D-Avançar-Repetir = Chave táctil 12x12 mm

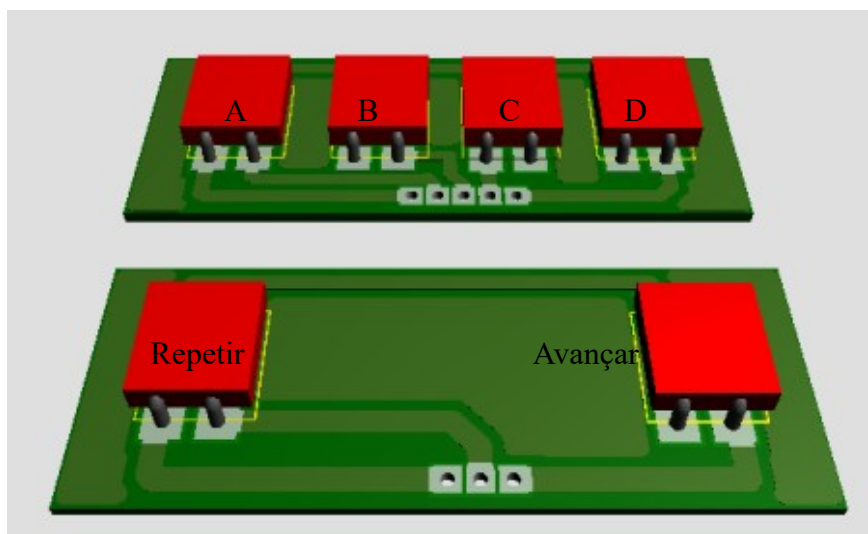
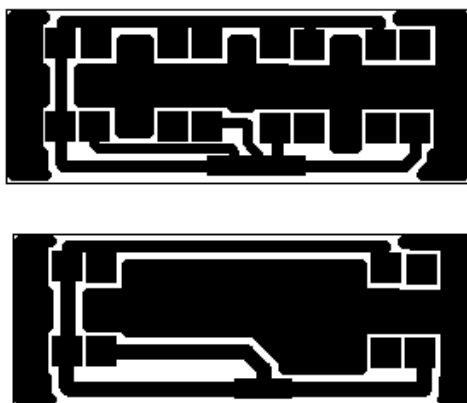


Figura 33 - Imagem 3D das placas dos botões

Fonte: o autor



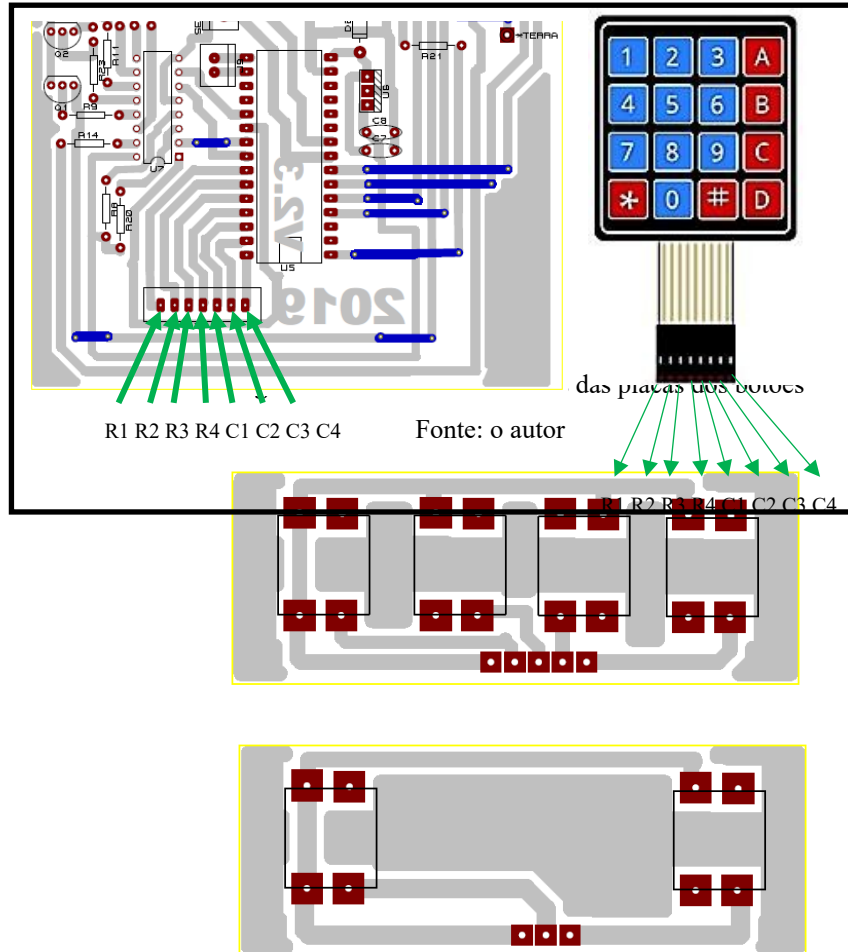


Figura 35 - Mascara indicando a posição de cada componente na placa de botões

Fonte: o autor

Apêndice C – Ligação dos cabos

Primeiramente conectamos o teclado numérico a placa de comando seguindo a ordem mostrada na figura, isto é, R1 com R1, R2 com R2, R3 com R3, R4 com R4, C1 com C1, C2 com C2 e C3 com C3. O último pino do teclado não é ligado a nada.

Figura 36 - Conexão do teclado na placa de comando

Fonte: o autor

Agora vamos conectar os cabos de comunicação serial entre a placa de processamento e a placa de comando, seguindo o seguinte padrão: A com A, B com B, C com C e D com D.

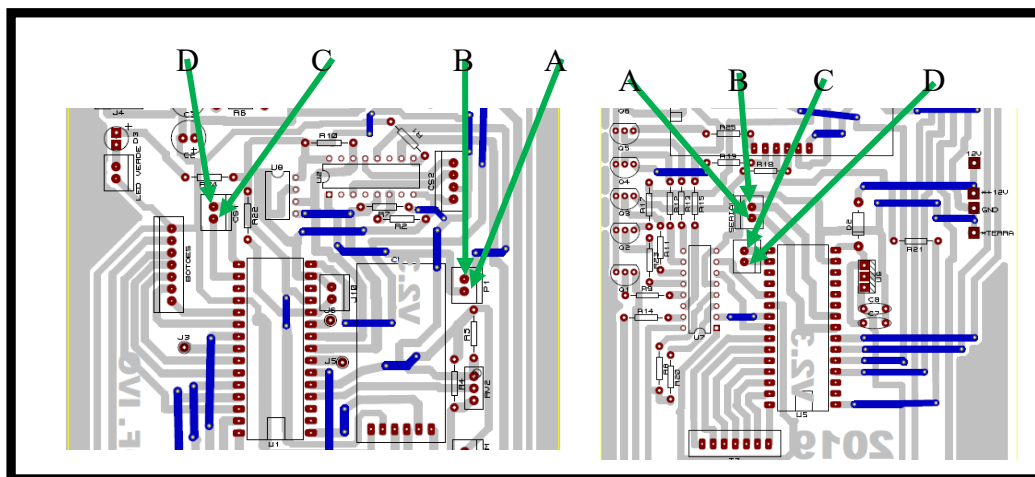


Figura 37 - Conexão dos cabos de comunicação serial entre a placa de comando e de processamento

Fonte: o autor

No próximo passo vamos ligar a alimentação na placa de processamento, na placa de comando e na placa indicadora de fases, seguindo o seguinte padrão: +12V com +12V e GND com GND. A conexão da lâmpada led que indica que o aparelho está ligado, com o resistor de 330Ω , juntamente com o conector de fonte de 2,1 mm e a chave liga-desliga estão indicadas diretamente através das setas.

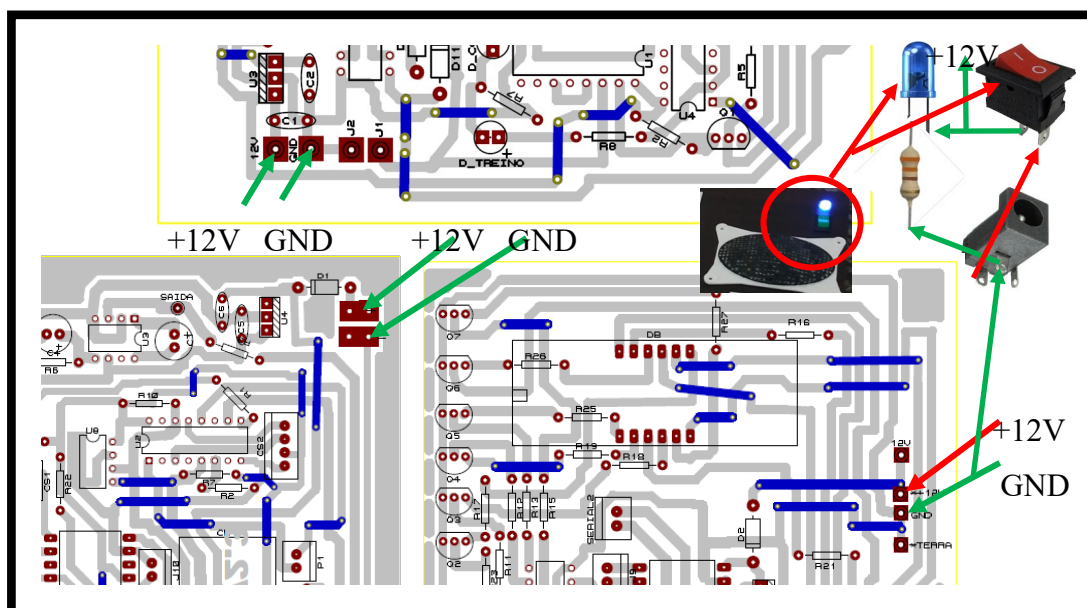


Figura 38 - Ligação da alimentação nas placas de processamento, comando e indicadora de fases

Fonte: o autor

Para efetuar a ligação do *display* serial 16x2 na placa de processamento ligamos GND com GND, VCC com VCC, SDA com SDA e SCL com SCL.

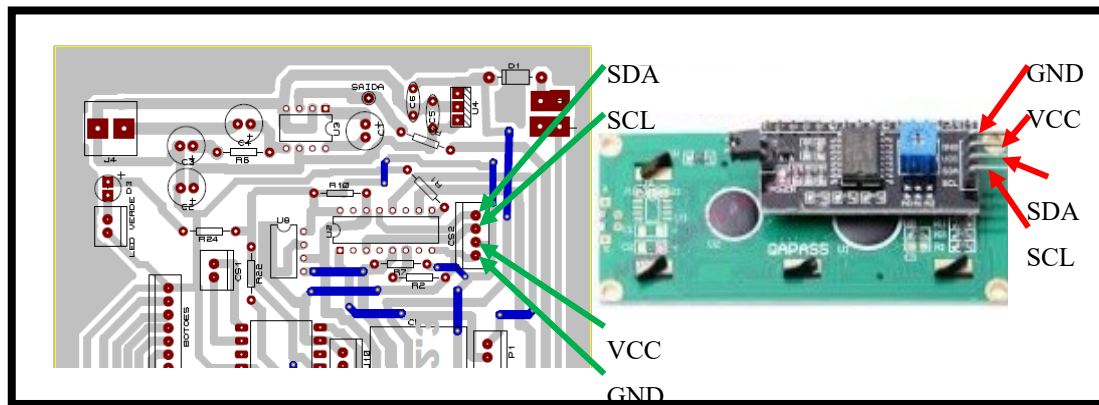


Figura 39 - Ligação do *display* 16x2 na placa de processamento

Fonte: o autor

Agora vamos ligar o alto-falante à placa de processamento, para isso basta ligar GND ao GND e L ao L.

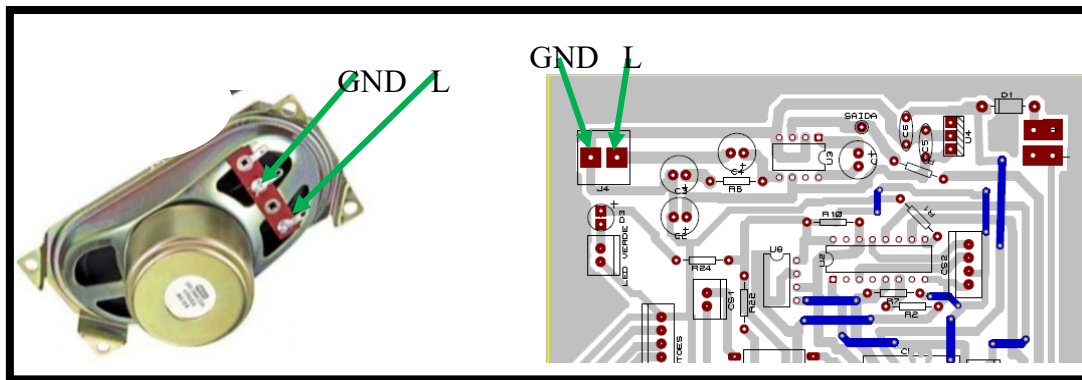
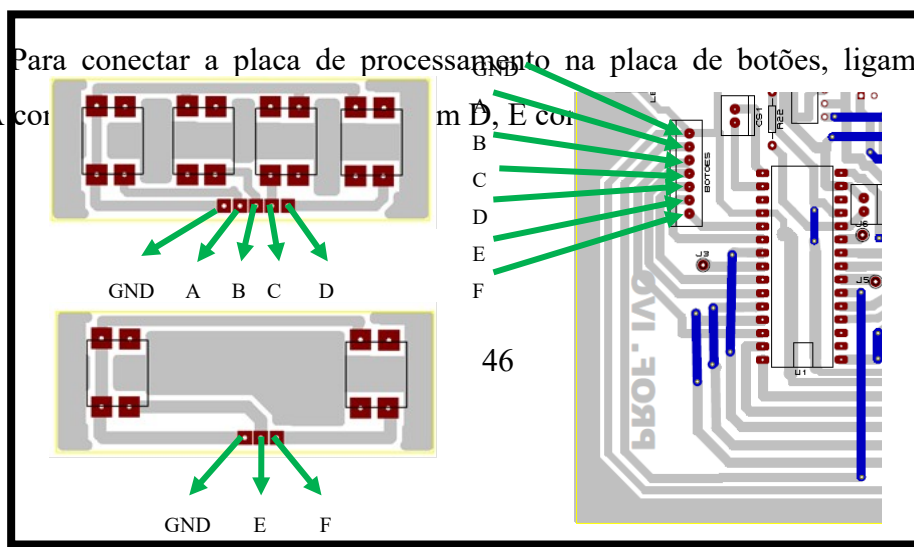


Figura 40 - Ligação do alto-falante na placa de processamento

Fonte: o autor

Para conectar a placa de processamento na placa de botões, ligamos GND com GND, A com A, B com B, C com C, D com D, E com E e F com F.

GND, A com



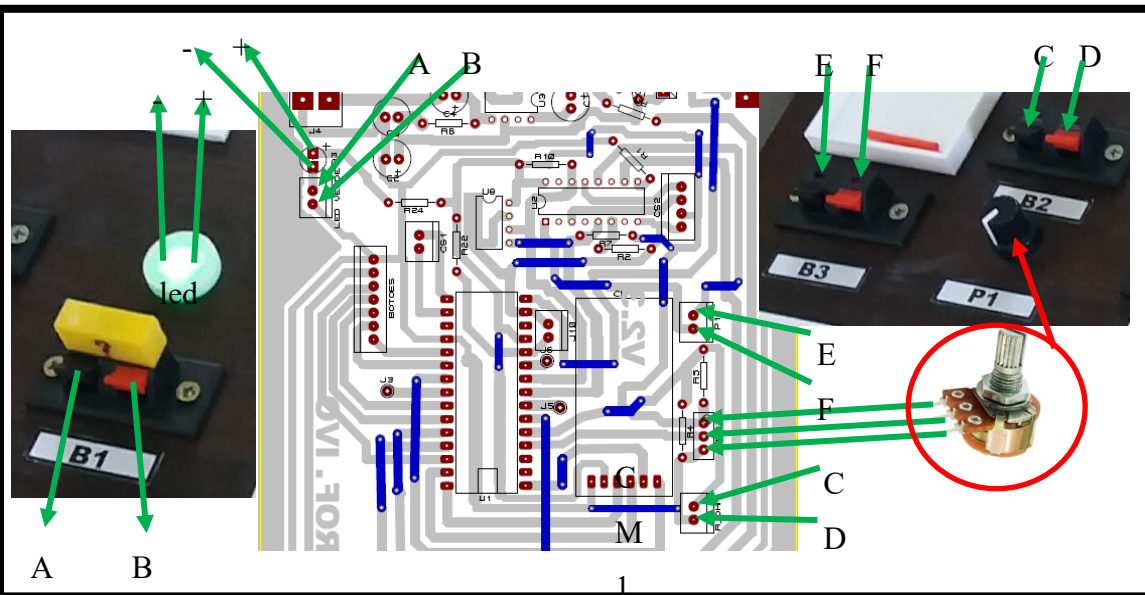


Figura 41 - Ligação das placas dos botões a placa de processamento

Fonte: o autor

Na próxima etapa vamos conectar a lâmpada led, o potenciômetro P1 e os bornes (terminais de encaixe) B1, B2 e B3 na placa de processamento. Para isso, devemos conectar - com -, + com +, A com A, B com B, C com C, D com D, E com E e F com F. P1 é o potenciômetro cujas ligações estão indicadas diretamente pelas setas.

Figura 42 - Ligação do potenciômetro P1, e dos terminai de encaixe B1, B2 e B3

Fonte: o autor

Para finalizar, ligamos o pino de comando da placa indicadora de fases na placa de processamento.

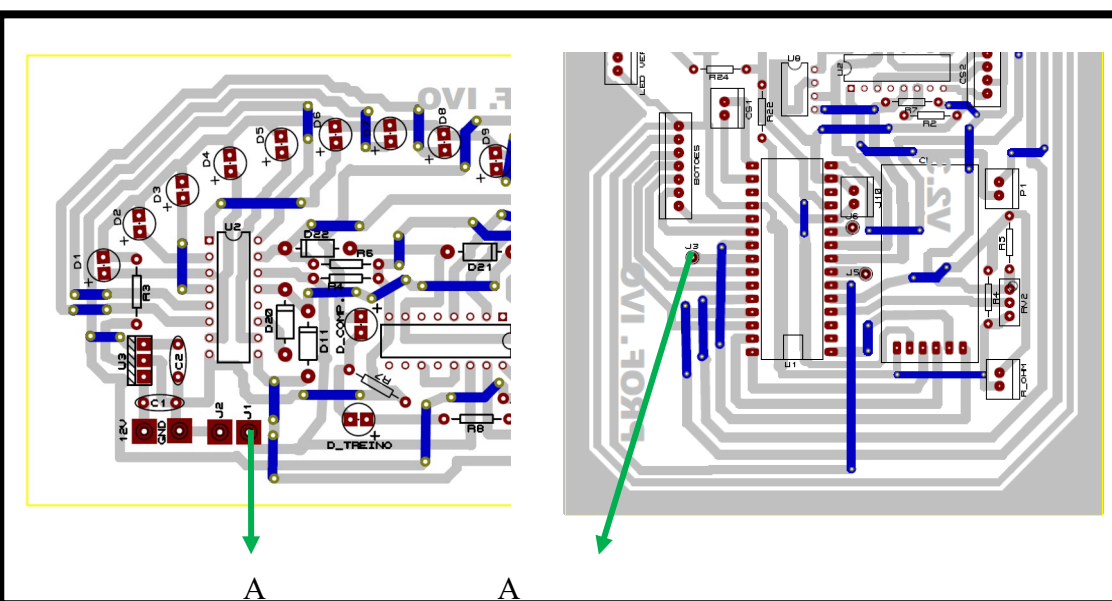
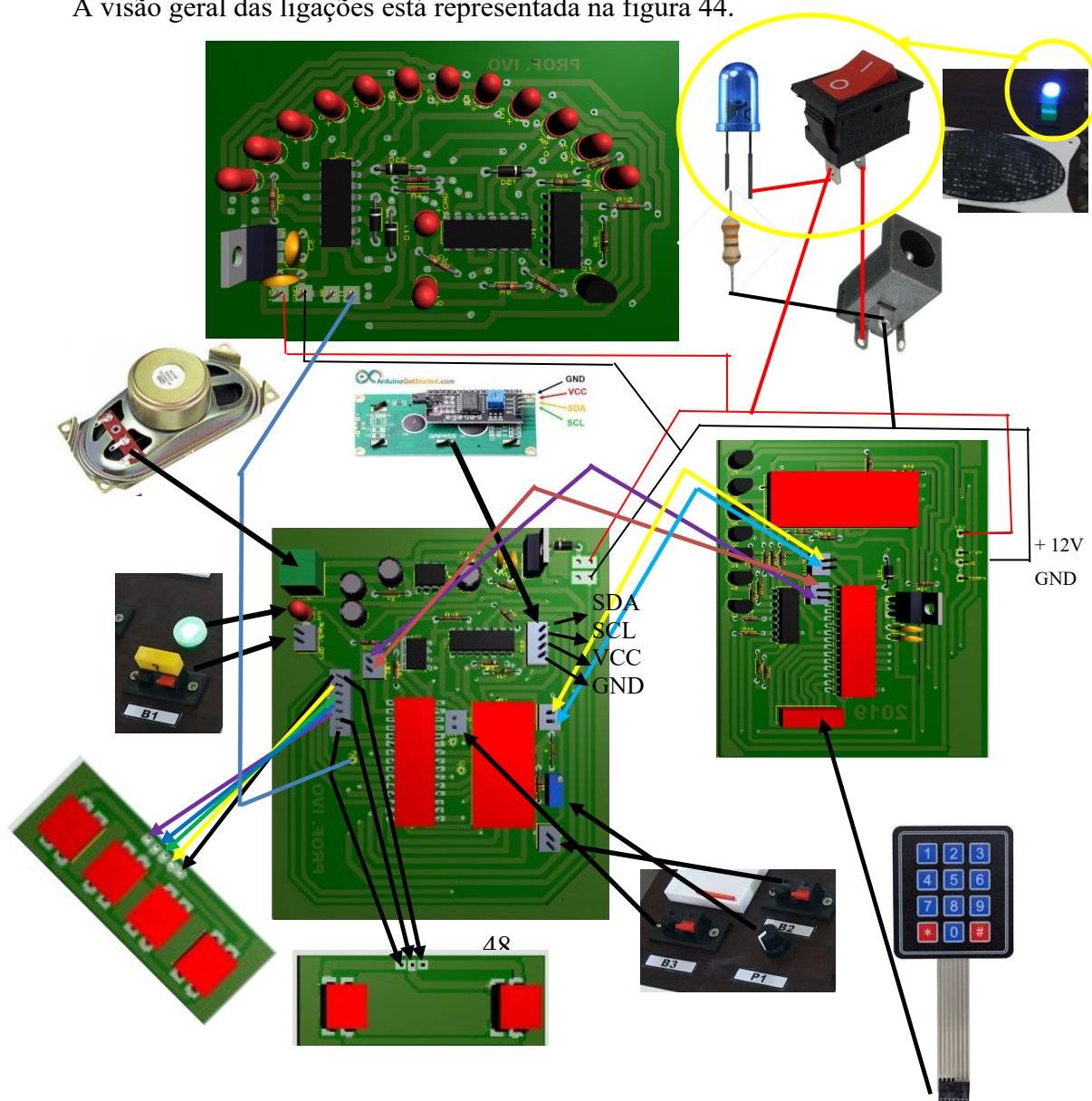


Figura 43 - Ligação do pino de comando da placa indicadora de fases na placa de processamento

Fonte: o autor

A visão geral das ligações está representada na figura 44.



Desafio 1

A unidade de medida de resistência elétrica é o:

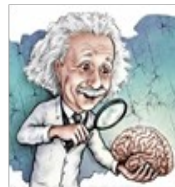
Joule (J)	Senha: 457823
Âmpere (A)	Senha: 147890
Ohm (Ω)	Senha: 231414
Watt (W)	Senha: 554466



Desafio 2

A unidade de medida de potência elétrica é o:

Joule (J)	Senha: 457823
Âmpere (A)	Senha: 147890
Coulomb (C)	Senha: 231414
Watt (W)	Senha: 554466



Desafio 3

A unidade de medida de corrente elétrica é o:

Joule (J)	Senha: 457823
Âmpere (A)	Senha: 147890
Coulomb (C)	Senha: 231414
Watt (W)	Senha: 554466



Desafio 4

A unidade de medida de potência elétrica é o:

Joule (J)	Senha: 457823
Âmpere (A)	Senha: 147890
Coulomb (C)	Senha: 231414
Watt (W)	Senha: 554466



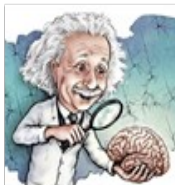
Figura 44 - Diagrama de ligação dos cabos nas placas (visão geral)

Fonte: o autor

Desafio 5

A unidade de medida de carga é o:

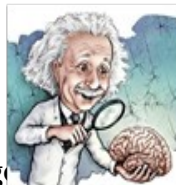
Joule (J)	Senha: 457823
Âmpere (A)	Senha: 147890
Coulomb (C)	Senha: 231414
Watt (W)	Senha: 554466



Desafio 6

A diferença de potencial (ddp) é medida em:

Volt (V)	Senha: 131313
Âmpere (A)	Senha: 147890
Coulomb (C)	Senha: 231414
Watt (W)	Senha: 554466

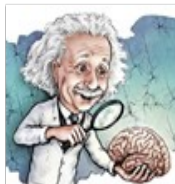


Apêndice D – Cartas do jogo

Desafio 7

O aparelho utilizado para medir a voltagem elétrica (ddp) é chamado de:

Capacímetro	Senha: 123456
Luxímetro	Senha: 987456
Tacômetro	Senha: 585202
Voltímetro	Senha: 020509



Desafio 8

O aparelho utilizado para medir a corrente elétrica é chamado de:

Paquímetro	Senha: 404749
Amperímetro	Senha: 652314
Dinamômetro	Senha: 301258
Voltímetro	Senha: 742358



Desafio 9

Qual dos chuveiros consomem mais energia?

O de 1200W	Senha: 415263
O de 1600W	Senha: 698978
O de 3000W	Senha: 021453
O de 5500W	Senha: 101520



Desafio 10

Qual das lâmpadas é mais econômica?

A fluorescente	Senha: 789632
A incandescente	Senha: 125896
A de LED	Senha: 502879
Todas são iguais	Senha: 445566



Armadilha 1

Para escapar da 1ª armadilha, descubra a resistência elétrica do resistor com o símbolo “?”, em seguida associe 3 desses resistores em série ou paralelo para obter uma resistência de 1200Ω . O código para desarmar a bomba contém 6 dígitos sendo que se a associação for em série a senha será $110 +$ valor do resistor e se for em paralelo a senha será $220 +$ valor do resistor?

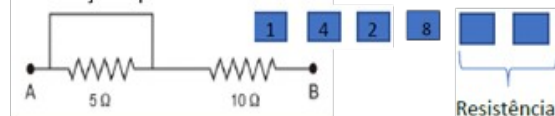
Armadilha 2

Você está preso em uma sala com uma fechadura eletrônica. Para conseguir escapar é necessário digitar o código correto. Eu ouvi o Dr. Âmpere dizer que o código é a ddp da associação de resistores + a resistência equivalente da associação + a corrente no resistor 2. Para se livrar dessa, descubra esses valores, monte o código, em seguida digite o valor no teclado numérico. Uma dica, toda rede elétrica do sistema é $100V$.



Armadilha 3

Para poder escapar desta armadilha, é necessário causar um curto circuito no resistor de 5Ω . A senha para desarmar a bomba é $1428 +$ a resistência total da associação após o curto circuito.



Armadilha 4

A solução desta armadilha é bem simples, a combinação secreta é $471 +$ a resistência do resistor C

Armadilha 5

Para este desafio devemos acender uma sequência de leds de modo que o próximo tenha uma luminosidade maior que o anterior, a senha é a ordem com que usaremos os resistores ligados ao led

Resistores disponíveis : 48Ω , 12Ω , 65Ω

Armadilha 6

A senha deste desafio é $8715 +$ a corrente que passa pelo dispositivo chuveiro quando ele é ligado em $110V$

Armadilha 7

A senha para este desafio é $490 +$ a somatória das resistências A, B e C.

Armadilha 8

O código para este desafio é $04542 +$ a corrente que passa em uma extensão na qual está ligada a tv e o aparelho de som sabendo que a extensão está ligada em $200V$.

Carta 1

- A - A lâmpada não acendeu
- B - A lâmpada acendeu com uma luminosidade maior
- C - A lâmpada acendeu com uma luminosidade menor
- D - Não houve alteração na luminosidade.

Carta 2

- A - Quando aumentamos a voltagem a corrente elétrica não sofre alteração
- B - Quando aumentamos a voltagem a corrente elétrica aumenta
- C - Quando aumentamos a voltagem a corrente elétrica diminui
- D - NDA

Carta 3

- A- a lâmpada LED acende mais forte quando ligamos o resistor A porque ele permite uma maior passagem de corrente elétrica
- B- a lâmpada LED acende mais forte quando ligamos o resistor A porque ele permite uma menor passagem de corrente elétrica
- C- a lâmpada LED acende mais forte quando ligamos o resistor B porque ele permite uma maior passagem de corrente elétrica
- D- a lâmpada LED acende mais forte quando ligamos o resistor B porque ele não permite passagem de corrente elétrica

Carta 4

O gráfico de um resistor ôhmico sempre terá a forma de:

- A- Uma parábola com concavidade para cima
- B- Uma parábola com concavidade para baixo
- C- Uma hipérbole
- D- Uma reta

Carta 5

A resistência elétrica do resistor A é:

- A- 50 ohms
- B- 100 ohms
- C- 150 ohms
- D- 200 ohms

Carta 6

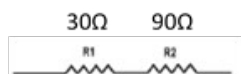
Qual a resistência elétrica do resistor C?

- A- 100 ohms
- B- 300 ohms
- C- 400 ohms
- D- 500 ohms

Carta 8

Qual o valor da resistência equivalente da associação de resistores a seguir.

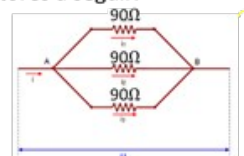
- A- 80 ohms
- B- 90 ohms
- C- 120 ohms
- D- 140 ohms



Carta 10

Qual o valor da resistência equivalente da associação de resistores a seguir.

- A- 30 ohms
- B- 90 ohms
- C- 120 ohms
- D- 140 ohms



Carta 12

Sabendo que a TV de 32" foi ligada em uma voltagem de 220V, qual a corrente que passa por ela?

- A- 0,45 A
- B- 1,00 A
- C- 1,58 A
- D- 2,00 A

Carta 13

Se ligarmos o aparelho de som e o chuveiro em 220V, passará uma corrente elétrica de:

- A- 5 A no aparelho de som e 15 A no chuveiro
- B- 4,1 A no aparelho de som e 25 A no chuveiro
- C- 2,4 A no aparelho de som e 30 A no chuveiro
- D- 1 A no aparelho de som e 5 A no chuveiro

Carta 11

Equações – Potência Elétrica

$$P = U \cdot i \quad P = R \cdot i^2 \quad P = \frac{U^2}{R}$$

P=Potência U=ddp i= corrente elétrica R= Resistência

Carta 14

Ao ligarmos o micro-ondas de 2000W e a torradeira de 1200W juntos na mesma tomada cuja voltagem seja de 220V, a qual suporta uma corrente máxima de 10A, nos provavelmente:

A- Não teremos problema nenhum;

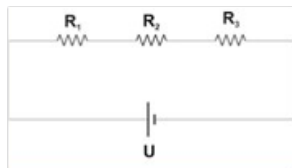
B- Não teremos problema porque os dois aparelhos consomem juntos somente 5A

C- Não teremos problema porque os dois aparelhos consomem juntos somente 8A

D- Causaremos um incêndio pois os dois aparelhos consomem juntos 14,5 A

Carta 7

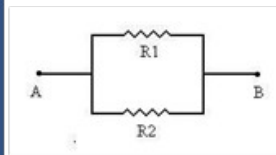
Associação em série



$$R_s = R_1 + R_2 + R_3 + R_n$$

Carta 9

Associação em paralelo



$$R_p = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \quad \text{ou}$$

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_n}$$

Apêndice E – Código fonte da placa controladora

```
1 #include <Keypad.h>
2 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
3 #include <Wire.h>
4 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,2,1,0,4,5,6,7,3, POSITIVE);//0X27 OU 0X3F
5 String senha = "258369";
6 String senhad="999999";
7 String buf="";
8 int i =0;
9 char c;
10 int vai=0;
11 byte nivel=0;
12 byte niveld=0;
13 boolean explode=false;
14 const byte ROWS = 4;
15 const byte COLS = 3;
16 char keys[ROWS][COLS] = {
17   {'1','2','3'},
18   {'4','5','6'},
19   {'7','8','9'},
20   {'*','0','#'}
21 };
22 byte rowPins[ROWS] = {12, 11, 10,9};
23 byte colPins[COLS] = {8, 7, 6};
24
25 Keypad keypad = Keypad( makeKeymap(keys), rowPins, colPins, ROWS, COLS);
26
27 #define disp1  A0
28 #define disp2  A1
29 #define disp3  A2
30
31 #define disp4  A3
32
33 int display7seg(int number);
34 void multiplex(int value);
35 int mil,
36     cent,
37     dez,
38     uni,
39     acumula=0,
40     counter = 300,
41     desativa=0,
42     liga=0;
43
44 int display7seg(int number)
45 {
46     int catodo;
47
48     int segmento[10] = {0x00,           //Dado referente ao BCD '0'
49                        0x04,           //Dado referente ao BCD '1'
50                        0x08,           //Dado referente ao BCD '2'
51                        0x0C,           //Dado referente ao BCD '3'
52                        0x10,           //Dado referente ao BCD '4'
53                        0x14,           //Dado referente ao BCD '5'
54                        0x18,           //Dado referente ao BCD '6'
55                        0x1C,           //Dado referente ao BCD '7'
56                        0x20,           //Dado referente ao BCD '8'
57                        0x24};          //Dado referente ao BCD '9'
58
59     catodo = segmento[number];
```

```

59
60     return(catodo);
61
62 }
63
64
65 void multiplex(int value)
66 {   mil = value/1000;
67     PORTD = display7seg(mil);
68     digitalWrite(displ1, HIGH);
69     delay(4);
70     digitalWrite(displ1, LOW);
71
72     cent = (value/100)%10;
73     PORTD = display7seg(cent);
74     digitalWrite(displ2, HIGH);
75     delay(4);
76     digitalWrite(displ2, LOW);
77
78     dez = (value/10)%10;
79     PORTD = display7seg(dez);
80     digitalWrite(displ3, HIGH);
81     delay(4);
82     digitalWrite(displ3, LOW);
83
84     uni = value%10;
85     PORTD = display7seg(uni);
86     digitalWrite(displ4, HIGH);
87     delay(4);
88
89     digitalWrite(displ4, LOW);
90 }
91
92 ISR(TIMER2_OVF_vect)
93 {
94     c = Serial.read();
95
96     ///////////////////////////////////
97     if (explode==true){
98
99         Serial.write("x");
100         delay(5);
101         Serial.println(".");
102         explode=false;
103         delay(5);
104     }
105
106     ///////////////////////////////////
107     if(c == '?'){
108         Serial.println(niveld);
109     }
110     //////////////////////////////////manutenção////////
111
112
113     //////////////////////////////////desligar bomba via serial////////
114
115     if(c == '!'){
116         liga=0;

```



```

175
176     if ((acumula==100)&& (desativa==0)){
177         counter--;
178         acumula=0;
179     }
180     if (counter==499){
181         counter=459;
182     }
183     if (counter==399){
184         counter=359;
185     }
186     if (counter==299){
187         counter=259;
188     }
189     if (counter==199){
190         counter=159;
191     }
192     if (counter==99){
193         counter=59;
194     }
195
196     if ((counter==5)){
197         explode=true;
198     }
199     }
200     }
201     }
202 void senhal(){
203     while (i<6){
204
205         lcd.setCursor(0,0);
206         lcd.print("Codigo:  ");
207
208         char key = keypad.getKey();
209         if (key != NO_KEY){
210             buf += key;
211             lcd.print(buf);
212             i++;}
213     }
214     if (buf == senha){
215         lcd.setCursor(0,1);
216         lcd.print("Codigo Aceito! ");
217         delay(50);
218         desativa=1;
219         delay(1000);
220         lcd.setCursor(0,1);
221         lcd.print("BOMBA DESATIVADA! ");
222         liga=3;
223         /////
224         Serial.write("d");
225         delay(10);
226         Serial.write(".");
227
228         digitalWrite(displ, LOW);
229         digitalWrite(displ2, LOW);
230         digitalWrite(displ3, LOW);
231         digitalWrite(displ4, LOW);
232
233         delay(1000);

```



```

233
234     }
235     else{
236         lcd.setCursor(0,0);
237         lcd.print("Precione * ");
238         lcd.setCursor(0,1);
239         lcd.print("Codigo incorreto ");
240         Serial.write("e");
241         delay(10);
242         Serial.write(".");
243     }}
244
245     //////////////////////////////////senhad1////////////////////////////////////
246 void senhad1(){
247     while (i<6){
248         lcd.setCursor(0,0);
249         lcd.print("Codigo: ");
250
251     char key = keypad.getKey();
252     if (key != NO_KEY){
253         buf += key;
254         lcd.print(buf);
255         i++;}
256 }
257     if (buf == senhad){
258         lcd.setCursor(0,1);
259         lcd.print("Codigo Aceito! ");
260         delay(50);
261         desativa=1;

```

```

291 void setup()
292 {
293     TCCR2A = 0x00;    //Timer operando em modo normal
294     TCCR2B = 0x07;    //Prescaler 1:1024
295     TCNT2  = 194;     //4 ms overflow again 209=3ms
296     TIMSK2 = 0x01;    //Habilita interrupção do Timer2
297
298     for(char i= 2; i< 6; i++)  pinMode(i,      OUTPUT);
299     for(char j= A0; j<A4; j++)  pinMode(j,      OUTPUT);
300     for(char k=6; k<12; k++)  pinMode(k, INPUT);
301     pinMode(13,OUTPUT);
302     digitalWrite(displ, LOW);
303     digitalWrite(displ2, LOW);
304     digitalWrite(displ3, LOW);
305     digitalWrite(displ4, LOW);
306     Serial.begin(9600);
307     lcd.begin (16,2);
308     lcd.setCursor(0,0);
309     lcd.print(" INICIANDO...");
310
311     delay(4000);
312     lcd.clear();
313     lcd.setCursor(0,0);
314     lcd.print(" ARDUINO 1-> OK");
315     delay(2000);
316     lcd.clear();
317 }
318 void loop(){
319

```

```
320 if (niveld==1){
321     senhad="110300";
322 }
323 if (niveld==2){
324     senhad="100502";
325 }
326 if (niveld==3){
327     senhad="142810";
328 }
329 if (niveld==4){
330     senhad="471200";
331 }
332 if (niveld==5){
333     senhad="654812";
334 }
335 if (niveld==6){
336     senhad="871550";
337 }
338 if (niveld==7){
339     senhad="490900";
340 }
341 if (niveld==8){
342     senhad="045425";
343 }
344 if (niveld==9){
345     senhad="100345";
346 }
347 if (niveld==10){
348     senhad="999999";
```

```

349 }
350
351 ///////////////Fique ligado/////////////////
352
353 if (nivel==1){
354     senha="231414";
355 }
356 if (nivel==2){
357     senha="554466";
358 }
359 if (nivel==3){
360     senha="147890";
361 }
362 if (nivel==4){
363     senha="554466";
364 }
365 if (nivel==5){
366     senha="231414";
367 }
368 if (nivel==6){
369     senha="131313";
370 }
371
372 if (nivel==7){
373     senha="020509";
374 }
375 if (nivel==8){
376     senha="652314";
377 }
378 if (nivel==9){
379     senha="101520";
380 }
381 if (nivel==10){
382     senha="502879";
383 }
384 ///////////////Fim fique ligado ///////////
385
386 digitalWrite(13,HIGH);
387 delay(100);
388 digitalWrite(13,LOW);
389 delay(100);
390 if( vai==1){
391     lcd.clear();
392     lcd.setCursor(0,0);
393     lcd.print("Precione * ");
394     delay(30);
395     vai=0;
396 }
397 char Key = keypad.getKey();
398 if (Key!=NO_KEY){
399     if (Key=='*'){
400         if (nivel>=1 && niveld==0){ // if ((nivel<=50)&& (niveld==0)){
401             i=0;
402             lcd.clear();
403             buf="";
404             senha1();
405         }
406         if (niveld>=1){

```

```
407     i=0;
408     lcd.clear();
409     buf="";
410     senhadl();
411 }
412 }
413 }
414 }
```

Apêndice F – Código fonte da central de processamento

```
1
2 #include <Wire.h>
3 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
4 #include "SD.h"
5 #include "TMRpcm.h"
6 #include "SPI.h"
7 #include <Eeprom24C04_16.h>
8 #define EEPROM_ADDRESS 0x50
9 static Eeprom24C04_16 eeprom(EEPROM_ADDRESS);
10 #define SD_ChipSelectPin 4
11 TMRpcm music;
12 byte btn1=0;
13 byte btn2=0;
14 byte btn3=0;
15 char c;
16 byte liga=0;
17 int voltagem;
18 int corrente;
19 int potencia;
20 byte resistencia;
21 byte avancar = 10;
22 byte placar = 5;
23 byte armadilha=0;
24 byte arma=0;
25 byte A= 2;
26 byte B= 3;
27 byte C= 6;
28
29 byte D= 7;
30 char* audioatual;
31 byte inicia_bit=0;
32 byte nivel =0;
33 //int conta;
34 byte botao=0;
35 byte botao2=0;
36 byte grafico=0;
37 byte resistor;
38 byte resposta=0;
39 byte esperanca=0;
40 byte teclado =0;
41 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,2,1,0,4,5,6,7,3, POSITIVE); //3F OU 27
42
43 void av(){
44 /////////////// Precione>AVANCAR ///////////////////
45 byte data2[] = {eeprom.readByte(30), eeprom.readByte(31), eeprom.readByte(32), eeprom.readByte(33)
46 , eeprom.readByte(34), eeprom.readByte(35), eeprom.readByte(36)
47 , eeprom.readByte(37), eeprom.readByte(38), eeprom.readByte(39)
48 , eeprom.readByte(40), eeprom.readByte(41), eeprom.readByte(42)
49 , eeprom.readByte(43), eeprom.readByte(44), eeprom.readByte(45) };
50 for (byte i =0; i<16; i++)
51 {
52   lcd.print((char)data2[i]);
53 }
54 ///////////////FIM Precione>AVANCAR ///////////////////
55 }
```

```

56
57 void vo() {
58 //////////////// Voltagem: //////////////////
59 byte data3[] = {eeprom.readByte(46), eeprom.readByte(47), eeprom.readByte(48), eeprom.readByte(49)
60 , eeprom.readByte(50), eeprom.readByte(51), eeprom.readByte(52)
61 , eeprom.readByte(53), eeprom.readByte(54) };
62 for (byte i =0; i<9; i++)
63 {
64     lcd.print((char)data3[i]);
65 }

66 ////////////////FIM Voltagem: //////////////////
67 }
68
69 void co() {
70 //////////////// Corrente: //////////////////
71 byte data4[] = {eeprom.readByte(55), eeprom.readByte(56), eeprom.readByte(57), eeprom.readByte(58)
72 , eeprom.readByte(59), eeprom.readByte(60), eeprom.readByte(61)
73 , eeprom.readByte(62), eeprom.readByte(63) };
74 for (byte i =0; i<9; i++)
75 {
76     lcd.print((char)data4[i]);
77 }
78 ////////////////FIM Corrente: //////////////////
79 }
80
81 void fim() {
82 //////////////// Fim de jogo //////////////////
83
84 byte data5[] = {eeprom.readByte(64), eeprom.readByte(65), eeprom.readByte(66), eeprom.readByte(67)
85 , eeprom.readByte(68), eeprom.readByte(69), eeprom.readByte(70)
86 , eeprom.readByte(71), eeprom.readByte(72), eeprom.readByte(73)
87 , eeprom.readByte(74), eeprom.readByte(75), eeprom.readByte(76) };
88 for (byte i =0; i<13; i++)
89 {
90     lcd.print((char)data5[i]); }
91 ////////////////FIM Fim de jogo //////////////////
92 }
93
94 void cr() {
95     byte data6[] = {eeprom.readByte(77), eeprom.readByte(78), eeprom.readByte(79), eeprom.readByte(80)
96 , eeprom.readByte(81), eeprom.readByte(82), eeprom.readByte(83)
97 , eeprom.readByte(84), eeprom.readByte(85), eeprom.readByte(86)
98 , eeprom.readByte(87), eeprom.readByte(88), eeprom.readByte(89) , eeprom.readByte(90) };
99 for (byte i =0; i<14; i++)
100 {
101     lcd.print((char)data6[i]);
102 }
103 }
104
105 void P1() {
106 //////////////// ##### //////////////////
107 byte data7[] = {eeprom.readByte(91), eeprom.readByte(92), eeprom.readByte(93), eeprom.readByte(94)
108 , eeprom.readByte(95) };
109 for (byte i =0; i<5; i++)

```

```

110 {
111     lcd.print((char)data7[i]);
112 }
113 //////////////////////////////////////////////////FIM ##### //////////////////////////////////
114 }
115 void P100(){
116 ////////////////////////////////////////////////// Potencia 100W //////////////////////////////////
117     byte data8[] = {eeprom.readByte(96), eeprom.readByte(97), eeprom.readByte(98), eeprom.readByte(99)
118 , eeprom.readByte(100), eeprom.readByte(101), eeprom.readByte(102)
119 , eeprom.readByte(103), eeprom.readByte(104), eeprom.readByte(105)
120 , eeprom.readByte(106), eeprom.readByte(107), eeprom.readByte(108) , eeprom.readByte(109) };
121     for (byte i =0; i<13; i++)
122     {
123         lcd.print((char)data8[i]);
124     }
125 //////////////////////////////////////////////////FIM Potencia 100W //////////////////////////////////
126 }

127 void P900(){
128 ////////////////////////////////////////////////// Potencia 900W //////////////////////////////////
129     byte data9[] = {eeprom.readByte(110), eeprom.readByte(111), eeprom.readByte(112), eeprom.readByte(113)
130 , eeprom.readByte(114), eeprom.readByte(115), eeprom.readByte(116)
131 , eeprom.readByte(117), eeprom.readByte(118), eeprom.readByte(119)
132 , eeprom.readByte(120), eeprom.readByte(121), eeprom.readByte(122) , eeprom.readByte(123) };
133     for (byte i =0; i<13; i++)
134     {
135         lcd.print((char)data9[i]);
136     }
137 //////////////////////////////////////////////////FIM Potencia 900W //////////////////////////////////

138 }
139
140 void P5500(){
141 ////////////////////////////////////////////////// Potencia 5500W //////////////////////////////////
142     byte data10[] = {eeprom.readByte(124), eeprom.readByte(125), eeprom.readByte(126), eeprom.readByte(127)
143 , eeprom.readByte(128), eeprom.readByte(129), eeprom.readByte(130)
144 , eeprom.readByte(131), eeprom.readByte(132), eeprom.readByte(133)
145 , eeprom.readByte(134), eeprom.readByte(135), eeprom.readByte(136) , eeprom.readByte(137) };
146     for (byte i =0; i<14; i++)
147     {
148         lcd.print((char)data10[i]);
149     }
150 //////////////////////////////////////////////////FIM Potencia 5500W //////////////////////////////////
151 }
152 void P0(){
153 ////////////////////////////////////////////////// Potencia 0W //////////////////////////////////
154     byte data11[] = {eeprom.readByte(138), eeprom.readByte(139), eeprom.readByte(140), eeprom.readByte(141)
155 , eeprom.readByte(142), eeprom.readByte(143), eeprom.readByte(144)
156 , eeprom.readByte(145), eeprom.readByte(146), eeprom.readByte(147)
157 , eeprom.readByte(148) };
158     for (byte i =0; i<11; i++)
159     {
160         lcd.print((char)data11[i]);
161     }
162 //////////////////////////////////////////////////FIM Potencia 0W //////////////////////////////////
163 }
164
165 ////////////////////////////////////////////////// jogo normal////////////////////////////////

```



```

274 , eeprom.readByte(10), eeprom.readByte(11), eeprom.readByte(12)
275 , eeprom.readByte(13), eeprom.readByte(14)
276
277 };
278 for (byte i =0; i<15; i++)
279 {
280     lcd.print((char)data[i]);
281 ///////////////////////////////////////////////////FIM Arduino 1 -> OK ///////////////////////////////////
282 }
283
284 lcd.setCursor(0,1);
285 /////////////////////////////////////////////////// Arduino 2 -> OK ///////////////////////////////////
286 byte data1[] = {eeprom.readByte(15), eeprom.readByte(16), eeprom.readByte(17), eeprom.readByte(18)
287 , eeprom.readByte(19), eeprom.readByte(20), eeprom.readByte(21)
288 , eeprom.readByte(22), eeprom.readByte(23), eeprom.readByte(24)
289 , eeprom.readByte(25), eeprom.readByte(26), eeprom.readByte(27)
290 , eeprom.readByte(28), eeprom.readByte(29) };
291 for (byte i =0; i<15; i++)
292 {
293     lcd.print((char)data1[i]);
294 }
295 ///////////////////////////////////////////////////FIM Arduino 2 -> OK ///////////////////////////////////
296 delay(3000);
297 lcd.clear();
298 lcd.setCursor(0,0);
299 //lcd.print(F("# Para comecar #"));//
300 lcd.setCursor(0,0);

301     av();
302     delay(1000);
303 }
304
305 void loop(){
306
307
308
309 ///////////////////////////////////////////////////leitura Serial//////////////////////////////////////
310     if (Serial.available()){
311         c = Serial.read();}
312 ///////////////////////////////////////////////////fim leitura Serial//////////////////////////////////////
313
314 if ((botao2==1)&&(nivel>>0)){
315     delay(100);
316     String qq=String(int(esperanca))+".wav";
317     char w[8];
318     qq.toCharArray(w,8);
319     music.play(w);
320     botao2=0;
321 }
322
323 ///////////////////////////////////////////////////Repetir audio ///////////////////////////////////
324 if (digitalRead(A2)==LOW) {
325     String qq=String(int(nivel))+".wav";
326     char b[8];
327     qq.toCharArray(b,8);

```

```

328         audioatual=b;
329         music.play(audioatual);
330         delay(150);
331     }
332     //////////// Fim Repetir audio ////////////
333
334     //////////// botão avançar ////////////
335     if (digitalRead(avancar)==LOW && botao==0 && resposta==0){
336         lcd.clear();
337         lcd.setCursor(0,0);
338         botao2=1;
339         botao=1;
340         btn3=1;
341         btn1=1;}
342     if (btn1==1){
343         av();
344         delay(10);
345         nivel++;
346         delay(10);
347         esperanca++;
348         delay(10);
349         btn2=1;
350         delay(10);
351         btn1=0;}
352     /*if (btn2=1){
353         Serial.println(nivel);
354         delay(5);
355         btn2=0;

```

