



UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO  
PROGRAMA DE CIÊNCIAS EXATAS

WALAM VINHOTE TAPAJOS FIGUEIRA

**MAPA DE KARNAUGH: ENTENDENDO UM CIRCUITO ELÉTRICO BÁSICO**

SANTARÉM

2022

WALAM VINHOTE TAPAJOS FIGUEIRA

**MAPA DE KARNAUGH: ENTENDENDO UM CIRCUITO ELÉTRICO BÁSICO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Programa de Ciências Exatas para obtenção do título de Licenciado em Matemática e Física; Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Ciências da Educação.

Orientador (a): Prof. Dr. Cassio André Sousa da Silva

SANTARÉM  
2022

Figueira, Walam Vinhote Tapajos.

Mapa de Karnaugh: Entendendo um circuito elétrico básico / Walam Vinhote Tapajos Figueira. - Santarém, 2022.

38f.: il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia) - Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Ciência da Educação, Programa de Ciências Exatas.

Orientador: Cassio André Sousa da Silva.

1. Mapa de karnaugh. 2. Circuito. 3. Portas lógicas. I. Silva, Cassio André Sousa da. II. Título.

Elaborado por Bárbara Costa - CRB-15/806

WALAM VINHOTE TAPAJOS FIGUEIRA

## **MAPA DE KARNAUGH: ENTENDENDO UM CIRCUITO ELÉTRICO BÁSICO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Programa de Ciências Exatas para obtenção do título de Licenciado em Matemática e Física; Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Ciências da Educação.

Orientador (a): Prof. Dr. Cassio André Sousa da Silva

Data da apresentação: 08 / 02 / 2022.

Esta monografia foi julgada adequada como Trabalho de Conclusão de Curso no curso de Licenciatura Integrada de Matemática e Física defendida e aprovada em 08 / 02 / 2022 pela comissão julgadora:

*Dedico a Deus, a minha família e ao meu orientador Prof. Dr. Cassio André Sousa da Silva, por ser vital à realização deste, e a todos que, de alguma forma, se beneficiem deste conteúdo.*

## AGRADECIMENTOS

*Ao professor Casio, pela orientação, empenho, compreensão e paciência.*

*À minha família, amigos e todos aqueles que contribuíram para esta realização.*

*A todos, muito obrigada!*

## RESUMO

Esta pesquisa apresenta como tema central o Mapa de karnaugh, que serve de forma básica para simplificar as expressões de saídas de circuitos combinacionais a partir da tabela verdade, simplificando a expressão não havendo assim redundâncias. O trabalho tem como principal objetivo demonstrar a utilização do mapa de Karnaugh, aplicados na prática, através da transformação de circuitos lógicos em circuitos elétricos simples. Quanto à metodologia utilizada trata-se de uma pesquisa bibliográfica na qual foram exploradas textos contidos em livros e no que foi aprendido nas aulas na matéria de álgebra. A partir de todo o estudo realizado foi possível realizar a apresentação do tema de forma bastante compreensível, como fora proposto no título do trabalho. Por fim, através do estudo pode-se concluir a importância da utilização do Mapa de karnaugh e como ele funciona como uma alternativa os teoremas/postulados a equações.

**Palavras-chaves:** Mapa de karnaugh. Circuito. Portas lógicas.

## **ABSTRACT**

This research presents as a central theme the Karnaugh Map, which serves as a basic form to simplify the expressions of outputs of combinational circuits from the truth table, simplifying the expression, thus avoiding redundancies. The main objective of this work is to demonstrate the use of the Karnaugh map, applied in practice, through the transformation of logic circuits into simple electrical circuits. As for the methodology used, it is a bibliographical research in which texts contained in books and what was learned in algebra classes were explored. From the entire study carried out, it was possible to present the theme in a very understandable way, as proposed in the title of the work. Finally, through the study, it is possible to conclude the importance of using the Karnaugh Map and how it works as an alternative to theorems/postulates to equations.

**Keywords:** Map of karnaugh. Circuit. Logical gates.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1 - Interruptor aberto.....	16
Figura 2.2 - Interruptor fechado .....	16
Figura 2.3 - Interruptor em paralelo .....	17
Figura 2.4 - Interruptor em série.....	17
Figura 2.5 - Interruptor em série e em paralelo .....	18
Figura 3.1 - Circuito elétrico simples montado em uma caixa.....	33

## LISTA DE TABELAS

Quadro 2.1 - Exemplos de sistemas dicotômicos.....	15
Quadro 2.2 - Tabela de relações de interruptores em série .....	17
Quadro 2.3 - Tabela verdade com uma variável .....	19
Quadro 2.4 - Mapa de Karnaugh com uma variável.....	19
Quadro 2.5 - Tabela verdade com duas variáveis .....	20
Quadro 2.6 - Mapa de Karnaugh com duas variáveis .....	20
Quadro 2.7 - Tabela verdade com três variáveis.....	20
Quadro 2.8 - Tabela verdade com quatro variáveis.....	21
Quadro 2.9 - Mapa de Karnaugh com quatro variáveis .....	22
Quadro 2.10 - Simplificação com o Mapa de Karnaugh.....	23
Quadro 3.2 - Mapa de Karnaugh.....	28

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	12
1.2 Álgebra de Boole .....	12
1.3 Motivação .....	13
1.4 Objetivos .....	14
1.5 Organização do TCC .....	14
2 CONSTRUÇÃO DO MAPA DE K .....	15
2.1 Sistemas dicotomicos .....	15
2.2 Interruptores .....	16
2.3 Mapa de Karnaugh .....	18
2.3.1 Organização do mapa .....	18
2.3.2 Tipos de mapa .....	19
2.3.3 Mapa de uma variável .....	19
2.3.4 Mapa de duas variáveis .....	20
2.3.5 Mapa de três variáveis .....	20
2.3.6 Mapa de quatro variantes .....	21
2.3.7 Trabalhando o mapa de Karnaugh .....	22
3 EXPRESSÃO EM CIRCUITOS LÓGICOS .....	24
3.1 Portas lógicas .....	24
3.1.1 Porta E (and) .....	24
3.1.4 Porta NÃO E (nand) .....	25
3.1.6 Porta OU EXCLUSIVO (xor) .....	26
3.2 Circuito Lógico .....	27
3.3 Circuito Elétrico .....	29
3.3.1 Funcionamento .....	29
3.3.2 Elementos de um circuito simples .....	30
3.3.3 Gerador .....	30
3.3.4 Interruptor .....	30
3.3.5 Fio condutor .....	30
3.3.6 Lâmpada .....	30
4 MONTANDO O CIRCUITO ELÉTRICO .....	32
4.1 Circuito .....	32
CONCLUSÃO .....	38
REFERENCIAS .....	39

## 1 INTRODUÇÃO

Na álgebra booleana muitos matemáticos contribuíram para facilitar as aplicações e minimizar as funções. No entanto, Maurice Karnaugh se destaca por sua contribuição na criação de Edward Veitch o Mapa de Karnaugh (1952), muito importante no estudo da Álgebra. Nascido em Nova York em 4 de outubro de 1924, Karnaugh é um cientista da computação e engenheiro de telecomunicações, estudou física e matemática no City College of New York no período de 1944 a 1948, em seguida transferido para a Universidade de Yale, onde obteve pós-graduação em 1949 e doutorado em física em 1952. Sua contribuição possibilitou a simplificação lógica da tabela verdade, que após passarmos para o mapa torna-se mais fácil de analisar.

Com isso, uma função lógica e geralmente simplificada para ter um circuito mais simples, onde podemos tirar como exemplo um circuito elétrico simples utilizando 1 e 0 para ligar e desligar respectivamente, podemos utilizar o mapa para mostrar como o circuito funciona.

Utilizando os conhecimentos do matemático inglês George Boole por volta de 1850, onde, sua álgebra pode ser definida com um conjunto de operadores e um conjunto de axiomas, que são assumidos verdadeiros sem necessidade de prova. E o Mapa de Karnaugh, idealizado em 1950 por Maurice Karnaugh, um método de simplificação de expressões lógicas fundamentado em teoremas da Álgebra Booleana e utilizando representações gráficas. Utilizaremos esses métodos para mostrar na prática o funcionamento de um circuito elétrico simples.

### 1.2 Álgebra de Boole

Nascido no dia 02 de novembro de 1815 na cidade de Lincoln (Inglaterra), George Boole se tornou um mestre da matemática e é diretamente responsável pela transformação nos sistemas de automatização eletrônica ocorrida durante a transição do século XX / XXI. Buscando entender o mecanismo de pensamento do cérebro humano, George Boole transformou a lógica dos pensamentos em equações matemáticas se utilizando de um princípio básico do ser humano, a resposta afirmativa "sim" ou a resposta negativa "não", que ele representou como "verdadeiro" para sim e "falso" para não.

Ao longo dos estudos, as afirmações ganharam uma representação numérica e o " F " de falso passou a ser representado pelo número "0", e o "V " de verdadeiro passou a ser representado pelo número "1". E assim surgiu uma leitura numérica de um pensamento humano, se sim escrevo 1, se não escrevo 0.

Mais foi no século XX, 100 anos após sua morte, que a álgebra de Boole foi descoberta como base fundamental dos sistemas elétricos e digitais. Aqui vale destacar que Claude Elwood Shannon (1916-2001) foi o primeiro a aplicar na década de 1930 a álgebra booleana nos circuitos elétricos. Com o uso das portas lógicas, que representam uma função Booleana, é possível partir de vários comandos e se chegar a um único resultado. A sistemática é simples, a função booleana é representada através de uma tabela denominada "tabela verdade" e essa tabela verdade é transformada em uma nova representação gráfica denominada "porta lógica" que tem como característica principal, a possibilidade que haja várias linhas de entrada mas apenas uma linha de saída, por fim, tem-se a união das portas lógicas em um único sistema lógico gerando o Circuito lógico que descreverá o funcionamento automatizado de máquinas e programas digitais, este processo é apresentado no decorrer deste trabalho. (IBID., p.49)

### **1.3 Motivação**

A maior motivação, é mostra que é possível construir um circuito elétrico simples usando o conhecimento em álgebra adquirido em sala de aula. No entanto, isso tudo tem origem em um sistema simples, binário, composto por três operações básicas e dois valores lógicos que podem ser compreendidos e por qualquer estudante, que esteja estudando o assunto.

A utilização da eletricidade é uma realidade na maioria dos domicílios brasileiros, sendo consumido por diversos aparelhos eletrônicos e equipamentos modernos da indústria. Pensando na utilização da eletricidade, visto que em todo domicílio existem uma ligação elétrica, que os profissionais habilitado fazem, de forma que a energia seja distribuída por toda casa através de circuitos, surge a ideia de mostrar que na álgebra podemos utilizar o Mapa de Karnaugh, para montar um circuito elétrico simples.

### **1.4 Objetivos**

- Mostrar que os conhecimentos obtidos nas aulas de álgebra, utilizando o mapa de Karnaugh, podem ser aplicados na prática, através da transformação de circuitos lógicos em circuitos elétricos simples.

- Apresentar o Mapa de Karnaugh, e sua utilização na álgebra
- Mostrar a aplicação em um sistema elétrico simples.

### **1.5 Organização do TCC**

O trabalho está organizado da seguinte maneira: no segundo capítulo é apresentado o Mapa de Karnaugh e seu uso para minimização de funções Booleanas, tabela verdade, circuito lógico correspondente e os tipos mapas. No terceiro capítulo, encontra-se a discussão sobre um circuito elétrico simples, produzido com pouco material e contendo comandos lógicos, minimizado através do Mapa de Karnaugh.

## 2 CONSTRUÇÃO DO MAPA DE K.

Neste capítulo será apresentado como se faz a construção do mapa de karnaugh.

### 2.1 SISTEMAS DICOTOMICOS

Em nosso dia-dia nos deparamos com muitas situações onde temos somente duas opções, ou dois estados, que mutuamente se excluem, isso chamamos de dicotômico, podemos exemplificar alguns:

Quadro 2.1 - Exemplos de sistemas dicotômicos

1	0
SIM	NÃO
DIA	NOITE
PRETO	BRANCO
BEM	MAL
CÉU	INFERNO
LIGADO	DESLIGADO

Fonte: Do Autor

O entendimento da lógica iniciou-se com ARISTÓTELES (384-322 a.c.) e outros antigos filósofos gregos que passaram a utilizar em suas discussões sentenças enunciadas em formas afirmativa e negativa, resultando assim numa grande simplificação e clareza, muito importante para a matemática. Por volta do ano de 1666 Leibniz (1646-1716) usou em vários trabalhos o que chamou *calculus ratorator*, ou lógica matemática ou logística. Estas ideias nunca foram teorizadas por Leibniz, porém seus escritos trazem a ideia da Lógica Matemática.

No século XVIII, Euler (1707-1783) introduziu a representação gráfica das relações entre sentenças ou proposições, mais tarde ampliada por Venn (1834-1923), Veitch em 1952 e Karnaugh 1953. Em 1847, DeMorgan (1806-1871) publicou um tratado *FORMAL LOGIC* envolvendo-se em discussão pública como o filósofo escocês Willian Hamilton conhecido por sua aversão à matemática. George Boole (1815-1864) amigo de DeMorgan, interessou-se pelo debate entre o filósofo e o matemática, escreveu um artigo "*The mathematical analysis of logic*" em 1848, mas em 1854 publicou um livro sobre Álgebra de Boole. (DAGHLIAN, JACOB, 1936, p. 17).

A Álgebra de Boole, embora existindo há mais de cem anos, não teve qualquer utilização prática até 1937, quando foi feita a primeira aplicação à análise de circuitos e relés por A. Nakashima, que não foi bem sucedido, pois tentou desenvolver sua própria álgebra booleana. Em 1938 Claude E. Shannon, mostrou em sua tese de mestrado no Departamento de Engenharia Elétrica do MIT (Massachusetts Institute of Technology), a aplicação da Álgebra de Boole na análise de circuitos de relés, usando-a com rara elegância, o que serviu de base para o desenvolvimento da Teoria dos Interruptores. (DAGHLIAN, JACOB, 1936, p. 18).

Nos próximos tópicos será apresentados a estrutura básica para a construção do mapa de Karnaugh, através de mapas e tabelas verdades, bem como a descrição de dispositivos usados para montar o sistema em questão.

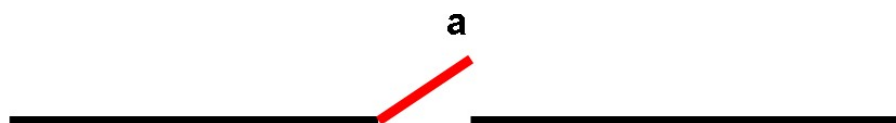
## 2.2 Interruptores

Chamamos interruptor ao dispositivo ligado a um ponto de um circuito elétrico, que pode assumir um dos dois estados: fechado(1) ou aberto(0). Quando fechado, o interruptor permite que a corrente passe através do ponto, enquanto aberto nenhuma corrente pode passar pelo ponto.

Através dos interruptores, pode-se montar portas lógicas, que são utilizadas em computadores, para tomar decisões ou fazer cálculos matemáticos.

Caso onde o interruptor  $a$  está aberto, podemos representar  $a = 1$

Figura 2.1 - Interruptor aberto



Fonte: Do Autor

Caso onde o interruptor  $a$  está fechado, podemos representar  $a = 0$

Figura 2.2 - Interruptor fechado



Fonte: Do Autor



Conhecendo o estado de um interruptor  $a$ , poderemos denotar também por  $a$  qualquer outro interruptor que represente o mesmo estado de  $a$ , isto é, aberto quando  $a$  está aberto e fechado quando  $a$  está fechado. Se um interruptor aberto quando  $a$  está fechado e fechado quando  $a$  está aberto, chamamos inverso ou negação de  $a$ , denota-se pôr  $a'$ .

Suponhamos que temos dois interruptores  $a$  e  $b$  ligados em paralelo. Em uma ligação em paralelo, só passará corrente se pelo menos um interruptor estiver fechado, isto é, apresenta o estado 1.

A ligação de dois interruptores em paralelo, como na demonstração seguinte de  $a$  e  $b$  denotamos  $a + b$ .

Figura 2.3 - Interruptor em paralelo



Fonte: Do Autor

Para interruptores em série, só passará corrente se ambos os interruptores estiverem fechados, isto é, no estado 1 ( $a = b = 1$ ). Assim essa serie  $a$  e  $b$  denotamos por  $a.b$  ou simplesmente  $ab$ .

Figura 2.4 - Interruptor em série



Fonte: Do Autor

Utilizando as duas ligações acima, considerando os estados possíveis de serem assumidos pelos interruptores podemos denotar as seguintes relações;

Quadro 2.2 - Tabela de relações de interruptores em série e paralelo

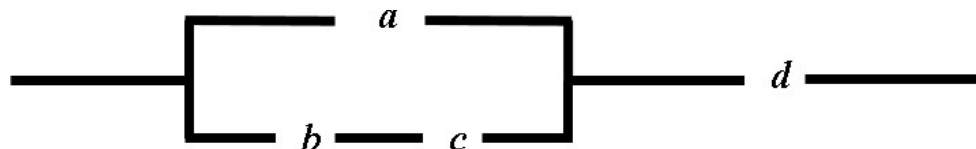
<i>Ligação</i>	<i>Ligação</i>
$0 + 0 = 0$	$0 . 0 = 0$
$0 + 1 = 1$	$0 . 1 = 0$
$1 + 0 = 1$	$1 . 0 = 0$

$1 + 1 = 1$		$1 \cdot 1 = 1$
$a + b = b + a$		$a \cdot b = b \cdot a$
$a + a' = 1$		$a \cdot a' = 0$
$a + 0 = a$		$a \cdot 0 = 0$
$a + 1 = 1$		$a \cdot 1 = a$

Fonte: Do Autor

Exemplificando as equações, desenhando um circuito apropriado, utilizando as ligações em paralelo e em série, então;

Figura 2.5 - Interruptor em série e em paralelo



Fonte: Do Autor

A equação que representa esse circuito, que compõe tanto o circuito paralelo quanto o circuito em série é  $(a + b \cdot c) \cdot d$

## 2.3 Mapa de Karnaugh

O mapa de Karnaugh, foi desenvolvido pelo físico Maurice Karnaugh em 1953, que na ocasião trabalhava no desenvolvimento de telecomunicações. É uma ferramenta de auxílio a minimização de funções Booleanas, que nos permite minimizar e converter uma tabela verdade no seu circuito lógico correspondente, de modo simples e ordenado.

Esse método, pode ser utilizado para qualquer número de variáveis de entrada, sendo que sua utilidade prática está limitada a seis variáveis, acima disso o grau de dificuldade aumenta, as equações tornam-se mais complicadas, sendo mais bem resolvidas por um programa de computador. O mapa, como uma tabela verdade, é uma forma de mostrar a relação entre as entradas lógicas e as saídas desejadas.

### 2.3.1 Organização do mapa

Ele é formado por  $2^n$  células, sendo  $n$ , o número de variáveis de entrada, a relação entre essas variáveis e as variáveis de saída é feita da seguinte forma:

- Cada célula relaciona-se com a condição de entrada.
- As saídas são indicadas dentro das células que se relacionam.
- A disposição das células entre si é tal que facilite a ligação entre células adjacentes.

A solução de um mapa pode ser realizada por saídas iguais a 0 e a 1, ambas as soluções são satisfatória, podendo-se obter expressões booleanas iguais ou equivalentes. O procedimento para utilização do mapa, envolve a busca e o agrupamento de “uns”.

### 2.3.2 Tipos de mapa

O primeiro passo para simplificar uma função usando mapa de Karnaugh, é escolher o mapa conforme o número de variáveis da função e preencher os valores conforme a tabela verdade fornecida, ou conforme a equação. O segundo passo é identificar os valores que podem ser agrupados. A seguir vamos analisar os mapas de uma, duas e três variáveis.

### 2.3.3 Mapa de uma variável

No primeiro caso, contendo apenas uma variável, o mapa é formado por duas celas que correspondem a cada um dos valores 0 e 1 que podem ser atribuídos à variável.

Quadro 2.3 - Tabela verdade com uma variável

A	Y
0	0
1	1
<b>Solução = A</b>	

Fonte: Do Autor

Quadro 2.4 - Mapa de Karnaugh com uma variável

A	0	1
0		1
<b>Solução = A</b>		

Fonte: Do Autor

Quando usamos os valores atribuídos à variável, atribuímos sempre o valor 1 à variável não complementada e o valor 0 à variável complementada.

Para esse caso não é relevante usar o mapa, visto que a equação já está reduzida.

### 2.3.4 Mapa de duas variáveis

O mapa para duas variáveis, é formado por quatro celas que correspondem  $2^2=4$ , que correspondem às combinações binárias que podem ocorrer com estas variáveis. Na organização do Mapa de Karnaugh os termos devem sempre estar em ordem alfabética e, a ordem em que entrarão as variáveis devem estar claramente anotada na parte superior.

Quadro 2.5 - Tabela verdade com duas variáveis

A	B	(A.B) Y
0	0	0
0	1	0
1	0	1
1	1	1
<b>A expressão da tabela <math>Y = AB + \bar{A}B</math></b>		

Fonte: Do Autor

Quadro 2.6 - Mapa de Karnaugh com duas variáveis

A	B	0	1
0		0	0
1		1	1
<b>A expressão da tabela otimizada <math>Y = A</math></b>			

Fonte: Do Autor

### 2.3.5 Mapa de três variáveis

O objetivo é simplificar a expressão booleana para a seguinte tabela verdade:

Quadro 2.7 - Tabela verdade com três variáveis

A	B	C	Y
0	0	0	1

0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	1

Expressão  $Y = \bar{A}\bar{B}\bar{C} + \bar{A}BC + AB\bar{C} + ABC$

Fonte: Do Autor

Quadro 2.8 - Mapa de Karnaugh com três variáveis

A	BC	00	01	11	10
0		1	1		
1				1	1

Expressão otimizada  $Y = \bar{A}B + AB$

Fonte: Do Autor

### 2.3.6 Mapa de quatro variantes

E para o caso de 4 variáveis o Mapa de Karnaugh apresenta uma boa alternativa para a solução dos problemas, apresentando-se na seguinte configuração:

Quadro 2.9 - Tabela verdade com quatro variáveis

A	B	C	D	Y
0	0	0	0	1
0	0	0	1	0
0	0	1	0	1
0	0	1	1	0
0	1	0	0	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
0	1	1	1	0

1	0	0	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	0	1	1	1
1	1	0	0	1
1	1	0	1	1
1	1	1	0	1
1	1	1	1	0

**Expressão da tabela  $Y = A'B'C'D' + A'B'CD' + A'BC'D' + A'BC'D + A'BCD' + AB'C'D' + AB'CD' + AB'CD + ABC'D' + ABC'D + ABCD'$**

Fonte: Do Autor

Quadro 2.10 - Mapa de Karnaugh com quatro variáveis

AB	CD	00	01	11	10
00		1			1
01		1	1		1
11		1	1		1
10		1		1	1

**A expressão da tabela otimizada  $Y = \underline{D} + BC' + ABC$**

Fonte: Do Autor

### 2.3.7 Trabalhando o mapa de Karnaugh

Pegando o mapa de quatro variáveis, apresentamos a seguinte função na forma normal disjuntiva da tabela verdade acima:

$$Y = A'B'C'D' + A'B'CD' + A'BC'D' + A'BC'D + A'BCD' + AB'C'D' + AB'CD' + AB'CD + ABC'D' + ABC'D + ABCD'$$

Podemos efetuar uma simplificação substituindo

- $A'B'C'D' + A'BC'D' + ABC'D' + AB'C'D' + A'B'CD' + A'BCD' + ABCD' + AB'CD'$  POR  $D$
- $A'BC'D' + A'BC'D + ABC'D' + ABC'D$  POR  $BC'$
- $AB'CD + AB'CD'$  POR  $ABC$

Apresentando assim o seguinte mapa de karnaugh, onde iremos agrupar para assim chegar uma menor expressão possível.

Quadro 2.11 - Simplificação com o Mapa de Karnaugh

$bc'$	AB	CD	00	01	11	10	abc
	00		1			1	
	01		1	1		1	
	11		1	1		1	
	10		1		1	1	

Fonte: Do Autor

O resultado  $y = \underline{d} + bc' + abc$ , que é a função simplificada, para conseguirmos obter esse resultado tivemos que:

- ❖ Unir blocos de “1’s” adjacentes
- ❖ Buscar a formação de blocos com a maior quantidade de “1’s”, respeitando a regra  $N = 2^n$ , onde N é a quantidade de 1’s no bloco (formando pares, quadras, oitavas, ...).
- ❖ A expressão final é igual a soma das expressões de cada bloco.
- ❖ Usar o menor número de blocos possíveis em cada mapa.
- ❖ Eliminar as variáveis que mudam de estados dentro de cada bloco.
- ❖ As variáveis que não mudam de estados permanecem na expressão, representando o seu respectivo valor, que pode ser exemplificado por  $A=1 \rightarrow A$ ,  $A=0 \rightarrow A'$
- ❖ Quanto maior o bloco maior o número de variáveis eliminada e mais simplificada fica a expressão final.

### 3 EXPRESSÃO EM CIRCUITOS LÓGICOS

#### 3.1 Portas lógicas

Para representar graficamente as funções booleanas, utilizamos símbolos padronizados por normas internacionais chamados blocos ou portas lógicas, estas por sua vez, são as bases dos circuitos lógicos e tem como principal função combinar as diferentes grandezas booleanas, para determinar funções. Cada porta lógica pode ter diferentes linhas entradas, porem terá apenas uma linha de saída.

Essas portas logicas são de fundamental importância para a construção de um circuito logico e a conversão e utilização em um circuito elétrico simples.

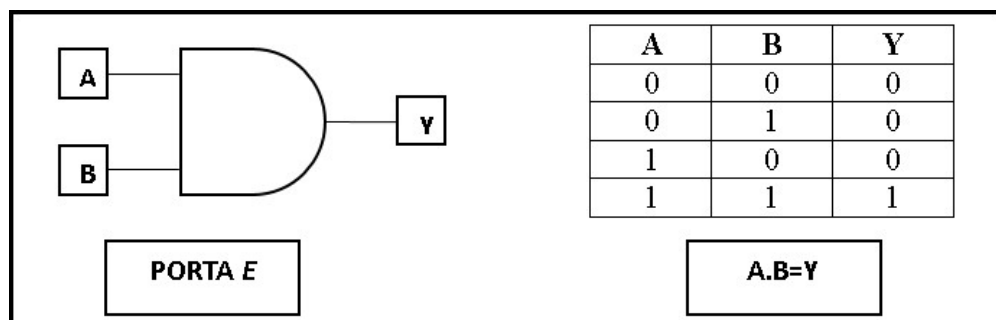
Para o nosso estudos precisamos saber as principais portas logicas, e como funcionam:

##### 3.1.1 Porta E (end)

- Executa a multiplicação(conjunção) de duas ou mais variáveis binarias.
- A saída é igual a 1 se todas as entradas forem 1
- A saída será igual a zero se pelo menos uma entrada for 0, se todos as entradas não forem 1.

Representação.

Figura 3.1 - Porta lógica E (END)



Fonte: Do Autor

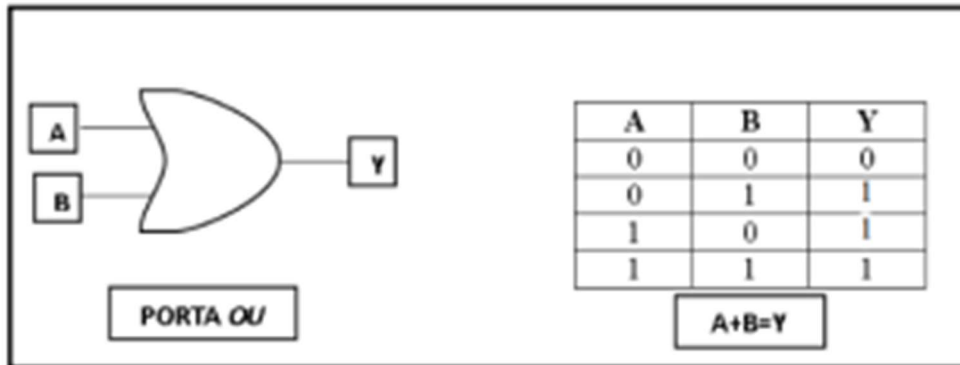
##### 3.1.2 Porta OU (or)

- Executa a soma (disjunção) de duas ou mais variáveis binarias.
- A saída é igual a 1 se pelo menos uma das entradas for 1.
- A saída é igual a zero se nenhuma entrada for 1, todas forem 0.



## Representação

Figura 3.2 - Porta Lógica OU (OR)

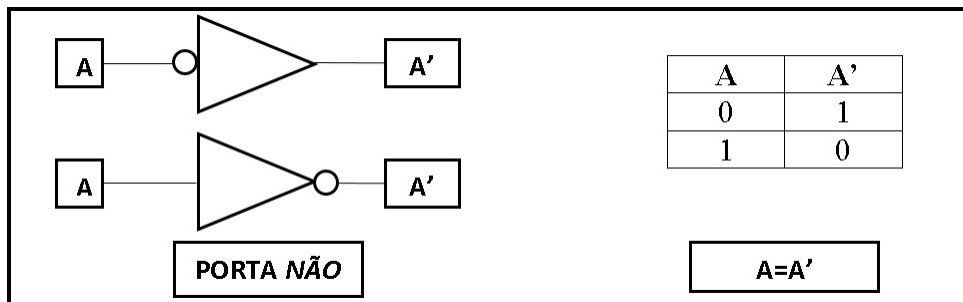


Fonte: Do Autor

### 3.1.3 Porta Não (not)

- Executa o complemento (negação) de uma variável binária.
- Quando a entrada for 1, a saída é 0.
- Quando a entrada for 0, a saída é 1
- Essa porta é chamada também de inversora.

Figura 3.3 - Porta Logica NÃO (NOT)



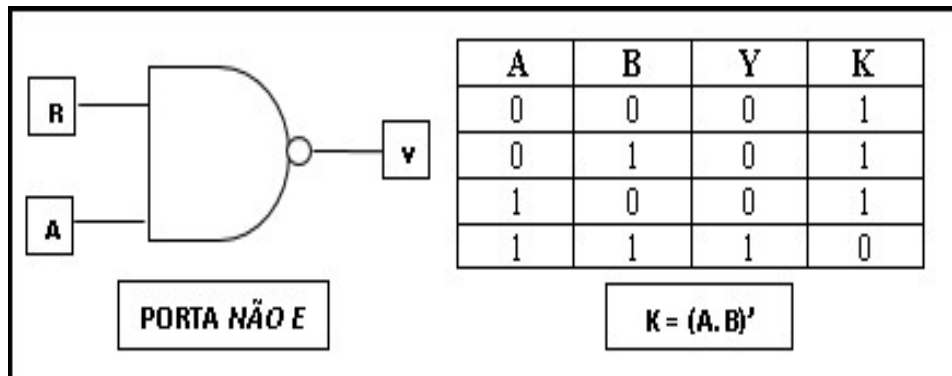
Fonte: Do Autor

### 3.1.4 Porta NÃO E (nand)

- Utiliza-se do operador do produto lógico e o de inversão.
- A saída é igual a 0 se todas as entradas for 1.
- A saída é igual a 1, se ao menos uma entrada for 0, se todas as entradas não forem 1.
- Essa porta, é o bloco lógico que executa a função NÃO E.

Representação.

Figura 3.4 - Porta Logica NÃO E (NAND)

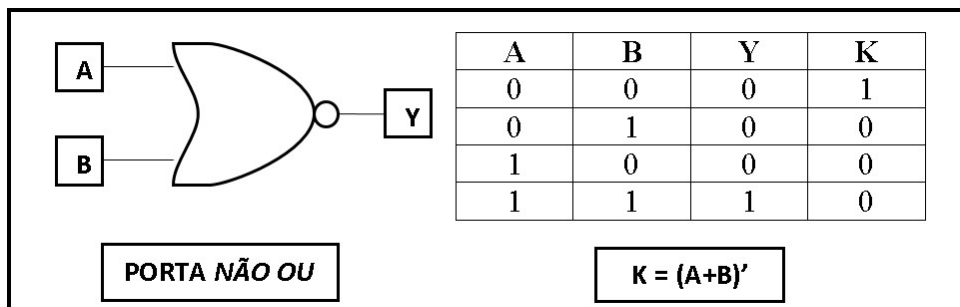


Fonte: Do Autor

### 3.1.5 Porta NÃO OU (nor)

- Utiliza-se do operador de soma logica e o de inversão.
- A saída é igual a 0 se pelo menos uma das entrada for 1.
- A saída é igual a 1 se nenhuma entrada for 1, todas forem zero.
- A saída da função OU é invertida.

Figura 3.5 - Porta Logica NÃO OU (NOR)



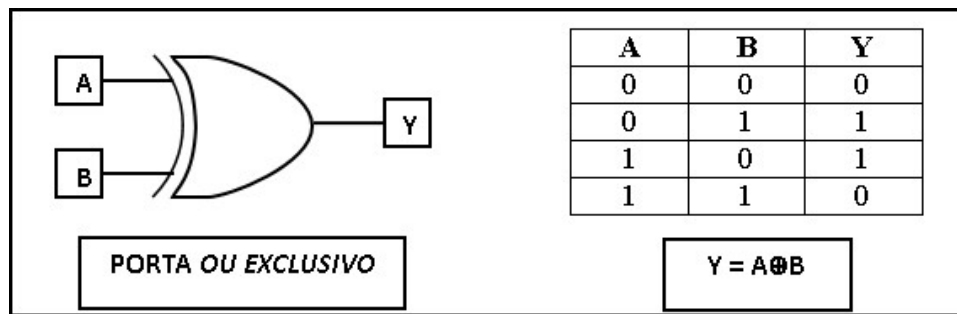
Fonte: Do Autor

### 3.1.6 Porta OU EXCLUSIVO (xor)

- Fornece 1 na saída quando as entradas forem diferentes entre si.
- Quando as entradas forem iguais entre si, a saída será 0.
- Utiliza-se do operador da soma logica, com um círculo.

Representação.

Figura 3.6 - Porta Logica OU EXCLUSIVO (XOR)



Fonte: Do Autor

### 3.2 Circuito Lógico.

Circuito lógico é um conjunto de operações, portas lógicas, que estão interligadas e ordenadas de modo que representem a sequência de resolução de uma função booleana.

Utilizando os conhecimentos vistos até aqui, vamos mostra uma aplicação do mapa de Karnaugh no circuito logico, utilizando as portas logicas E (END) e OU (OR) vamos construir uma tabela verdade utilizando quatro variáveis.

Quadro 3.1 - Tabela Verdade do experimento.

A	B	C	D	Y
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	0	0
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0
1	0	0	1	1
1	0	1	0	1
1	0	1	1	1
1	1	0	0	0
1	1	0	1	1
1	1	1	0	1
1	1	1	1	1

Fonte: Do Autor

Seguindo com a construção do circuito, após construir a tabela verdade, vamos pegar todas com as soluções 1 e montar nosso mapa de Karnaugh para minimizar a função extraída da tabela verdade, e assim facilitar a montagem do circuito elétrico simples.

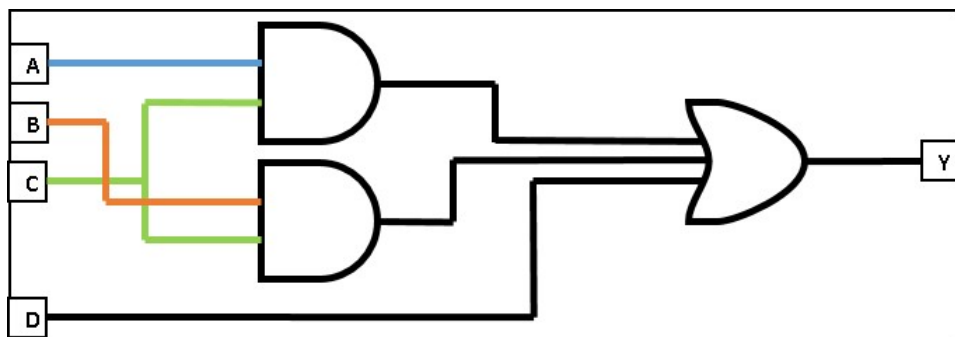
Quadro 3.2 - Mapa de Karnaugh

AB	CD	00	01	11	10
00		0	1	1	0
01		0	1	1	1
11		0	1	1	1
10		0	1	1	1

Fonte: Do Autor

Após trabalhar o mapa de Karnaugh, verificamos que a função resultante é  $Y = D + AC + BC$ , podemos identificar que nesse circuito logico temos quatro entradas sendo que utilizaremos duas portas logicas a, porta **E (END)** e a porta **OU (OR)**.

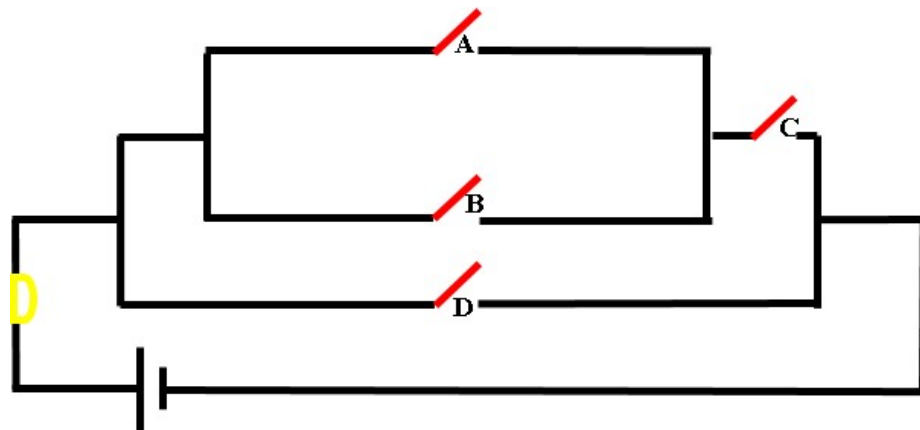
Figura 3.7 - Circuito Logico



Fonte: Do Autor

A partir do circuito logico podemos montar um sistema elétrico simples, utilizando os comandos ligar e desligar. Para esse circuito, será utilizado quatro interruptores denotados de a, b, c e d.

Figura 3.8 - Circuito Elétrico Simples



Fonte: Do Autor

### 3.3 Circuito Elétrico

Um circuito elétrico, pode ser definido como um caminho fechado, pelo qual os elétrons passam livremente por meio de fios condutores, permitindo a circulação da corrente elétrica. Os circuitos são muito utilizados para distribuição de energia em residências, conectando diversos dispositivos elétricos por fios condutores através de tomadas.

Quando é feita representação de circuitos elétricos, precisa-se saber alguns de seus elementos básicos como ramos, malhas e nós.

- Nós, são pontos do circuito que ligam dois ou mais ramos, nesses pontos a corrente elétrica é sempre a mesma, tanto antes como após a passagem por eles.
- Ramo, é o caminho que liga dois nós, ou seja, um fio condutor que está ligado ao nó em ambas extremidade. A corrente no fio condutor é constante.
- Malha, é onde o ultimo nó coincide com o primeiro, ou seja, caminhos fechados formados pelos ramos de um circuito.

#### 3.3.1 Funcionamento

Para um circuito, precisa-se de uma fonte de energia (exemplo a pilha), que na física chamamos de gerador, quando se aplica uma diferença de potencial, os elétrons fluir no circuito até descarregar o gerador, parte da energia dos elétrons captada pelos elementos do circuito e transformada em energia, como movimento, som, luz e entre outros.

### 3.3.2 Elementos de um circuito simples

Para cada circuito elétrico, dependendo da finalidade, pode ser formado por diversos elementos de acordo com a função desejada. Em um circuito simples temos os seguintes componentes:

### 3.3.3 Gerador

É o elemento responsável por fornecer energia para o circuito elétrico, que quando ligado, por seus terminais, aos fios condutores, forma-se uma diferença de potencial e com isso os elétrons se movimentam, transformando-a em outras formas de energia.

### 3.3.4 Interruptor

Pode-se dizer que são dispositivos de segurança que servem para ligar e desligar um circuito, utilizado para permitir ou interromper o fluxo de corrente elétrica, esses elementos são muito importantes para qualquer circuito elétrico. No mercado existe diversos tipos de interruptores, mas a funcionalidade é a mesma, interromper a passagem de corrente elétrica.

### 3.3.5 Fio condutor

Considere um fio retilíneo de tamanho determinado para cada aplicação que, quando ligado a uma fonte de energia (gerador) conduz uma corrente elétrica, transformando-se em novas formas de energia, como luz, som, movimento, calor e outros.

### 3.3.6 Lâmpada

Dispositivo utilizado principalmente para iluminar ambientes, em um circuito simples, a energia elétrica é transformada em luz, utiliza-se a lâmpada, que pode ser de variados tipos e modelo.

APLICAÇÃO DO MAPA DE KARNAUGH  
AOS CIRCUITOS ELÉTRICOS

## 4 MONTANDO O CIRCUITO ELÉTRICO

### Materiais

- 1 Lâmpada de 1,5 ou 3V
- Fios de cobre desencapado nos terminais
- 2 pilhas de 1,5 ou 3V
- 4 interruptores simples

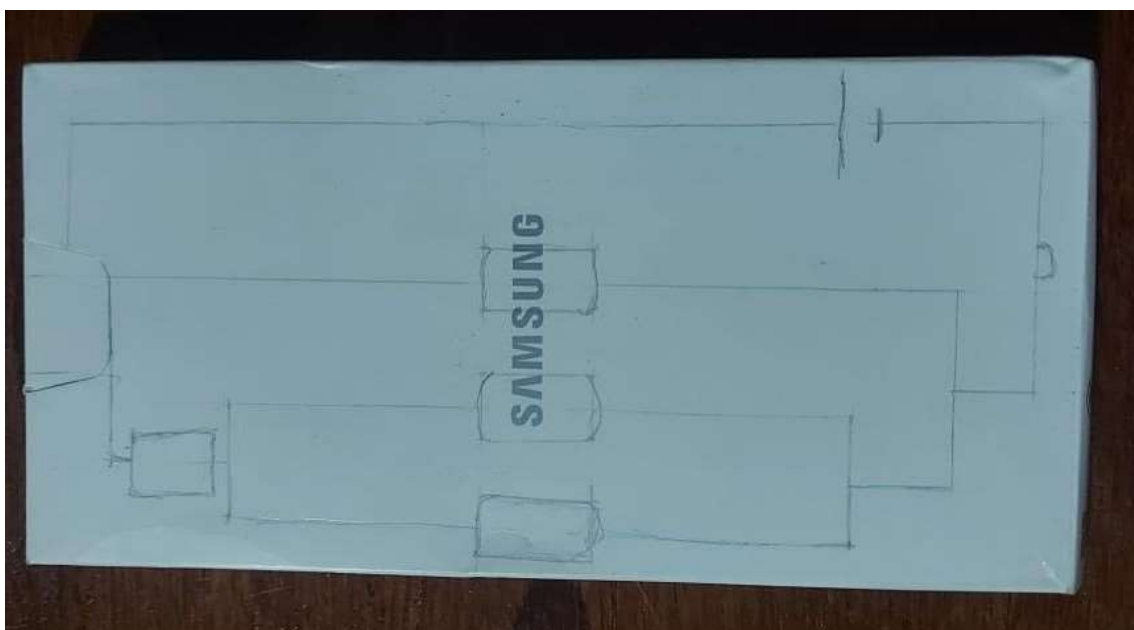
### 4.1.1 Circuito

Reunindo os materiais, foi confeccionado um suporte do circuito em uma caixa de papelão, em seguida preparei o suporte, fazendo as medições onde cada interruptor será colocado, desenhando para que em seguida seja recortado e fixado. Após, com um cortador deixei os fios do tamanho adequado e remove as extremidades deixando com aproximadamente 2 cm de cada ponta, para em seguida compor o circuito unindo a outros componentes.

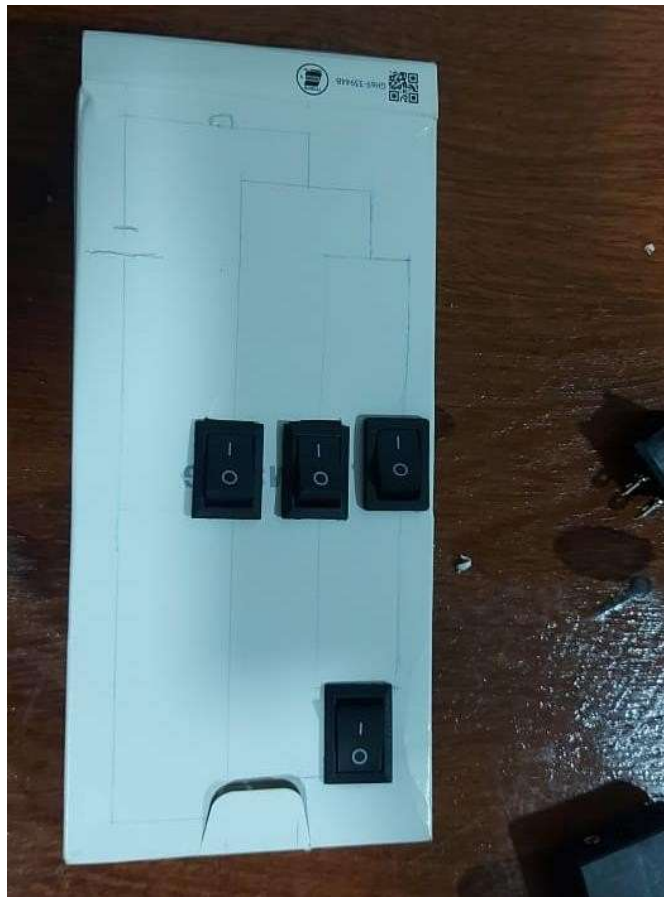
Foram utilizadas 2 pilhas, que ficam em um compartimento próprio, colocado na orientação adequada positivos e negativos, os fios foram anexado nos suportes dos polos, para evitar falhas foi usado solda (material composto basicamente por estanho e chumbo) nas ligações entre suporte, fios e interruptores.

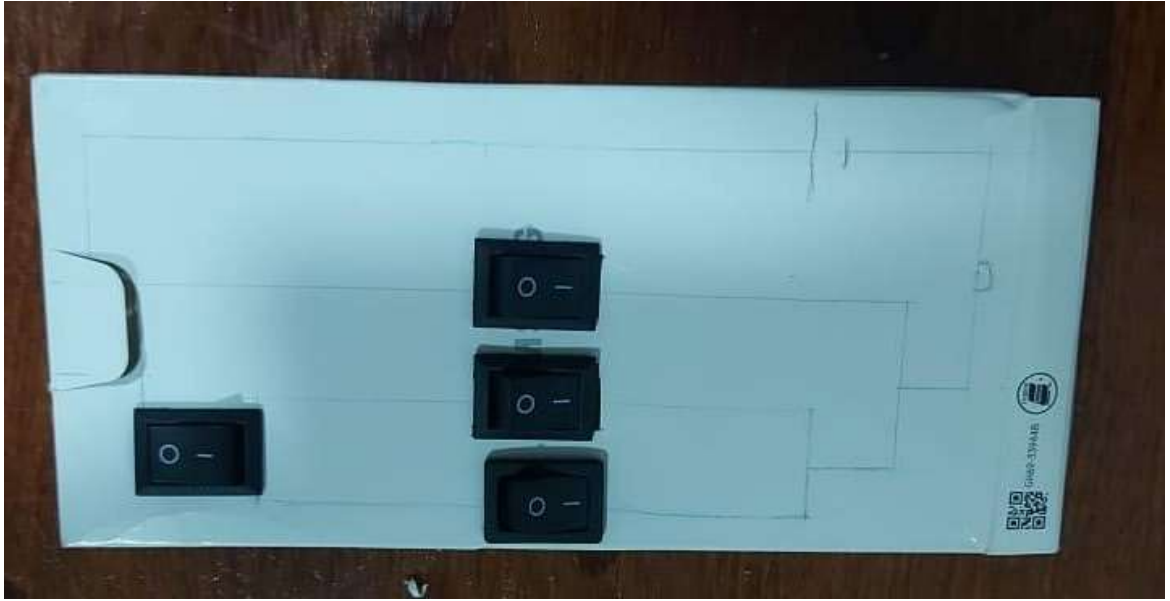
A lâmpada foi fixada em cada extremidade por um fio condutor, sendo um vindo das pilhas e outra do interruptor.

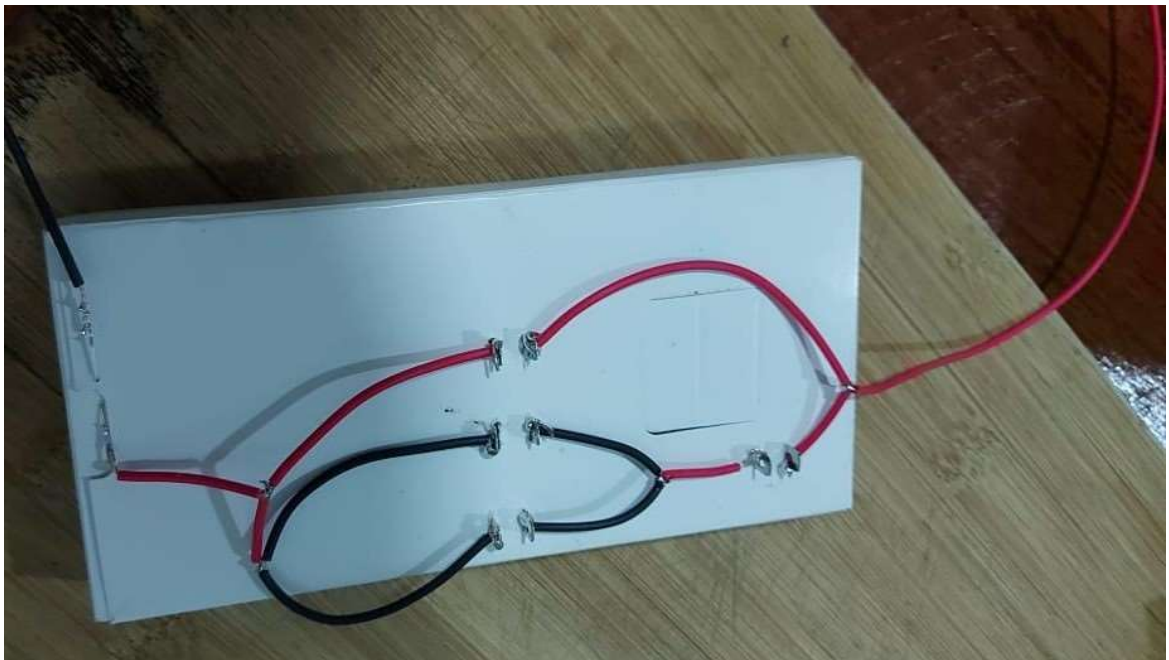
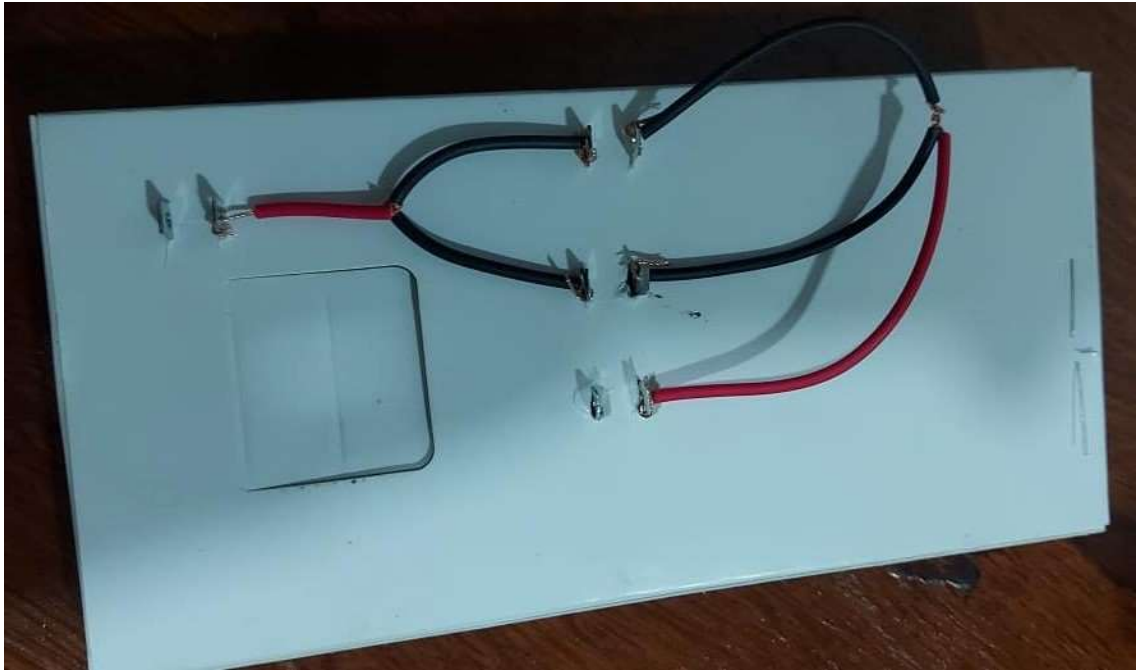
Figura 4.1 - Circuito elétrico simples montado em uma caixa

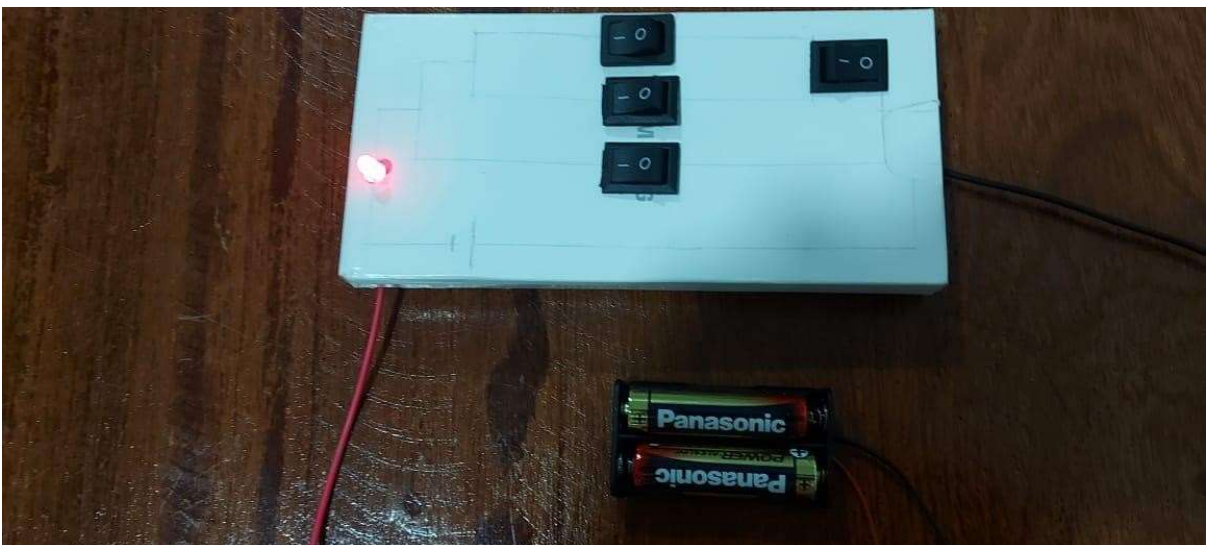
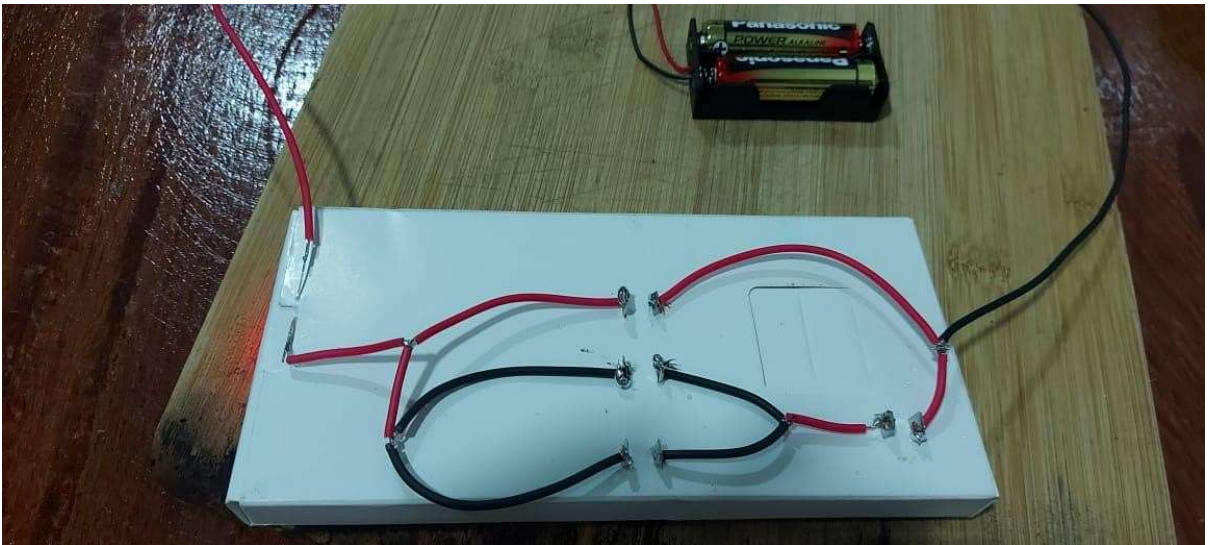
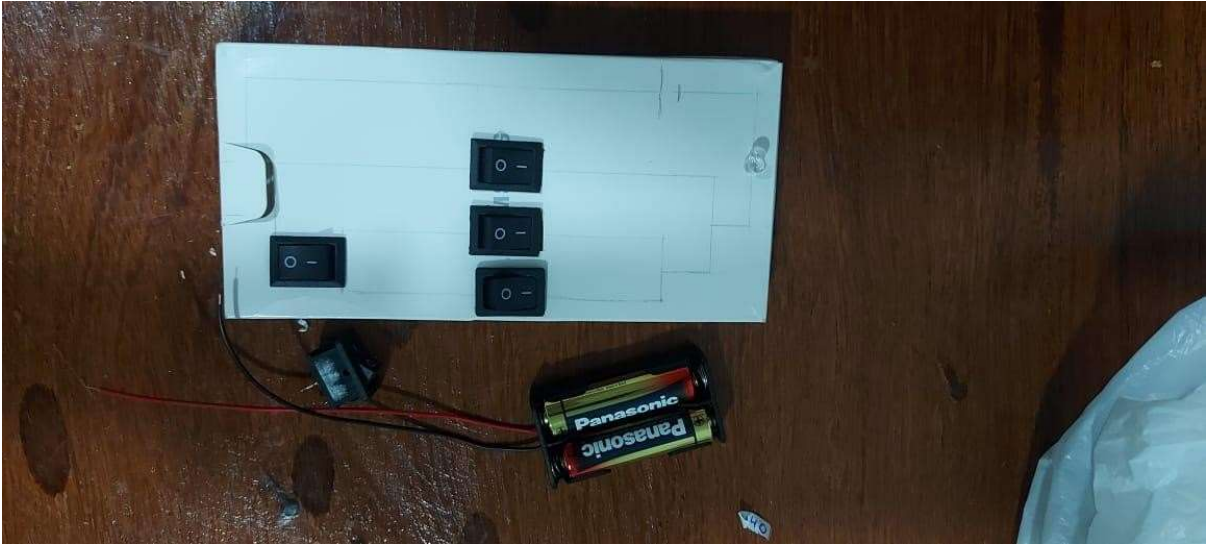












## CONCLUSÃO

Este trabalho teve por objetivo mostrar aplicação do Mapa de Karnaugh e sua utilidade em um sistema elétrico simples. Transformação de uma tabela verdade em uma expressão simples em um circuito elétrico simples, a álgebra está presente no cotidiano, utilizando os conhecimentos adquirido em Álgebra. Com o experimento

Para apresentar a simples utilização do Mapa de Karnaugh, montou-se um circuito elétrico baseado na simplificação, fazendo passo a passo, começando em uma tabela verdade e chegando a menor expressão possível, tendo como objetivo inicial fazer uma lâmpada ligar e desligar, conforme combinação obtida no mapa, utilizando as portas lógicas, buscando entendimento do leitor na teoria, e podendo ser feito na pratica com matérias simples.

Dessa forma, posso sugerir que esse material ajudara de maneira simples no entendimento do assunto, mostrando a grande contribuição Maurice Karnaugh na criação Edward Veitch (Mapa de Karnaugh). Assim podendo ser aplicado na pratica em um circuito simples, por qualquer aluno iniciante em álgebra.

## REFERENCIAS

CALABRESE, Giuseppe. L'Algebra di Boole. Milano, Delfino, 1973

DAGHLIAN, Jacob. Lógica e álgebra de Boole. 3. ed. São Paulo: Atlas S.A, 2008

SOUSA, Joilson Sena de, Álgebra Booleana: histórico e aplicações / Joilson Sena de Sousa. – Santarém, 2018.

LÓGICA E ÁLGEBRA DE BOOLE, Jacob Daghlían, 3ª edição, São Paulo, editora Atlas S.A – 1990.

SILVA, Domiciano Correa Marques da. "Circuito Simples"; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/circuito-simples.htm>. Acesso em 05 de junho de 2019.