



Universidade Federal de São Carlos - UFSCar

Joao Vitor Azevedo Marciano 743554

Lorhan Sohaky de Oliveira Duda Kondo 740951

## **Experimento 01 - Aprendendo a utilizar o programa Quartus**

São Carlos - SP

2017

Universidade Federal de São Carlos - UFSCar

Joao Vitor Azevedo Marciano 743554

Lorhan Sohaky de Oliveira Duda Kondo 740951

## **Experimento 01 - Aprendendo a utilizar o programa Quartus**

Orientador: Fredy João Valente

Universidade Federal de São Carlos - UFSCar

Departamento de Computação

Ciência da Computação

Laboratório de Circuitos Digitais

São Carlos - SP

2017

# Lista de ilustrações

Figura 1 – Desenho do circuito . . . . .	8
Figura 2 – Imagem do circuito no Quartus . . . . .	9
Figura 3 – Configuração onde o LED Verde deveria acender (1001, por exemplo) .	9
Figura 4 – Configuração onde o LED Vermelho deveria acender (0001, por exemplo)	10
Figura 5 – Desenho do circuito . . . . .	11
Figura 6 – Imagem do circuito no programa Quartus . . . . .	11
Figura 7 – Resultado da compilação do circuito . . . . .	12
Figura 8 – Resultado da simulação . . . . .	13
Figura 9 – Imagens do circuito na placa . . . . .	14
Figura 10 – Desenho do circuito . . . . .	16

# Lista de tabelas

Tabela 1	–	Tabela verdade da expressão lógica . . . . .	8
Tabela 2	–	Tabela verdade da expressão lógica . . . . .	11
Tabela 3	–	Tabela verdade da expressão lógica . . . . .	16

# Lista de abreviaturas e siglas

CI                    Circuito Integrado

FPGA                *Field Programmable Gate Array* - Arranjo de Portas Programáveis em Campo

# Sumário

1	RESUMO . . . . .	6
1.1	Cenário 1 . . . . .	6
1.2	Cenário 2 . . . . .	6
2	DESCRIÇÃO DA EXECUÇÃO DO EXPERIMENTO . . . . .	7
2.1	Cenário 1 . . . . .	7
2.2	Cenário 2 . . . . .	10
3	AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS DO EXPERIMENTO . . . . .	13
3.1	Cenário 1 . . . . .	13
3.2	Cenário 2 . . . . .	13
4	ANÁLISE CRÍTICA E DISCUSSÃO . . . . .	15
4.1	Cenário 1 . . . . .	15
4.2	Cenário 2 . . . . .	15
5	OUTRAS INFORMAÇÕES . . . . .	16

# 1 Resumo

## 1.1 Cenário 1

Esta atividade foi desenvolvida com o objetivo de introduzir conceitos básicos de circuitos digitais, como lógica digital. Foi implementando fisicamente um sistema simples de votação, utilizando uma *protoboard*. As entradas ( sinais lógicos 0 ou 1 ) deveriam ser tratadas segundo algumas regras:

Haviam 4 pessoas possíveis para realizar votos, sendo um presidente, um diretor financeiro, um diretor de operações e um controller. O circuito deve acender um led verde, sinalizando um “sim”, se:

**Caso 1:** O presidente E qualquer outro membro votar sim. (Sinal lógico 1/Verdadeiro)

**Caso 2:** Ao menos 3 membros votarem sim. (Sinal lógico 1/Verdadeiro)

Não sendo válidas quaisquer dessas premissas, nada acontece ou, opcionalmente, um led vermelho é acionado, sinalizando um “não”.

## 1.2 Cenário 2

O experimento serviu para solidificar o conhecimento de desenvolver circuitos digitais utilizando o programa Quartus e o funcionamento deste circuito numa placa *Field Programmable Gate Array* - Arranjo de Portas Programáveis em Campo (FPGA). Para tal, tinha-se que solucionar o problema:

Considere um circuito lógico presente em uma geladeira que deve acionar um indicador de alerta (luz presente na alça de abertura da porta) na seguinte condição:

Se a porta estiver aberta ou o nível de gelo do congelador estiver acima do permitido ou o nível de gás do motor não estiver adequado, então acenda uma luz de advertência.

## 2 Descrição da execução do experimento

### 2.1 Cenário 1

Foram necessários para o desenvolvimento do experimento:

- Multímetro Digital
- Circuito Integrado (CI) de portas lógicas *AND* ( *datasheet* 7400 )
- CI de portas lógicas *OR*
- CI de porta lógica inversora / *NOT*( *datasheet* 7404)
- *Protoboard*
- Fios para conectar as portas
- Fonte de Alimentação DC 5V
- LED Vermelho
- LED Verde
- 2 resistores para polarizar os LED's
- Alicates

A partir do problema proposto, montou-se a seguinte expressão lógica

$$P.(F + C + O) + (F.C.O)$$

com P representando *o voto do presidente*, F *o voto do diretor financeiro*, C *o voto do controller* e O *o voto do diretor de operações*, após a montagem da expressão, foi elaborada a [Tabela 1](#). Com esta tabela e a expressão lógica, elaborou-se o circuito, conforme a [Figura 1](#). Com tais informações, foi repassado o circuito para o Quartus, depois renomeou-se as entradas e saídas para que, por meio do arquivo tradutor, a placa FPGA reconhecesse os componentes, conforme [Figura 2](#).



Tabela 1 – Tabela verdade da expressão lógica

P	F	C	O	$P.(F+C+O)+(F.C.O)$
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	0	0	1	1
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	1

Figura 1 – Desenho do circuito

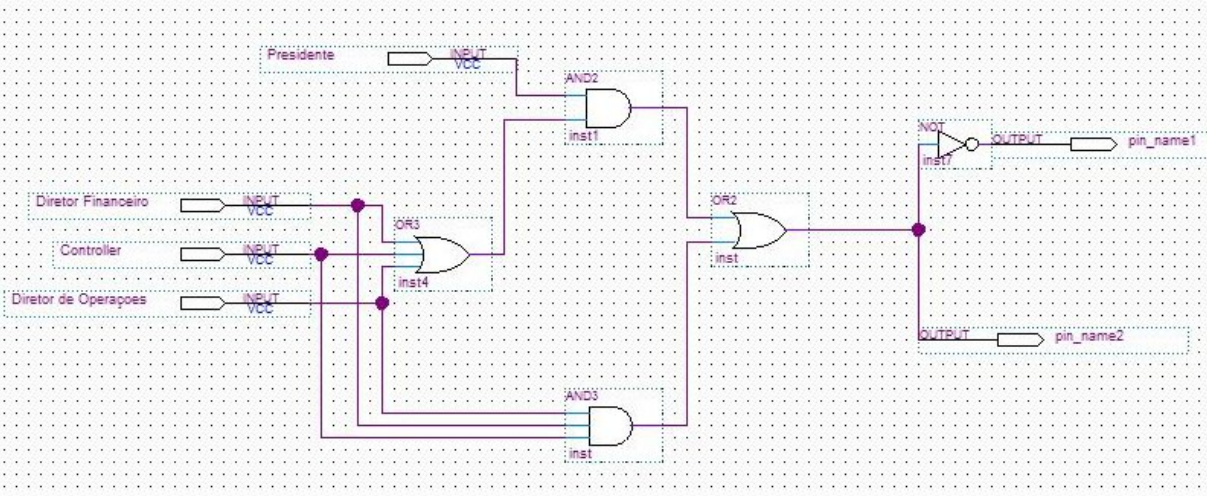


Figura 2 – Imagem do circuito no Quartus

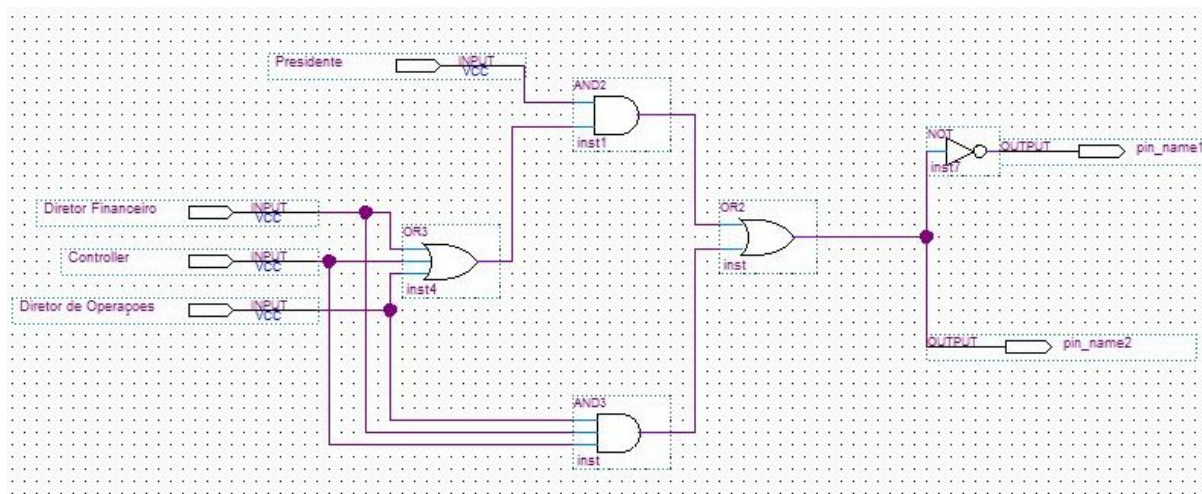


Figura 3 – Configuração onde o LED Verde deveria acender (1001, por exemplo)

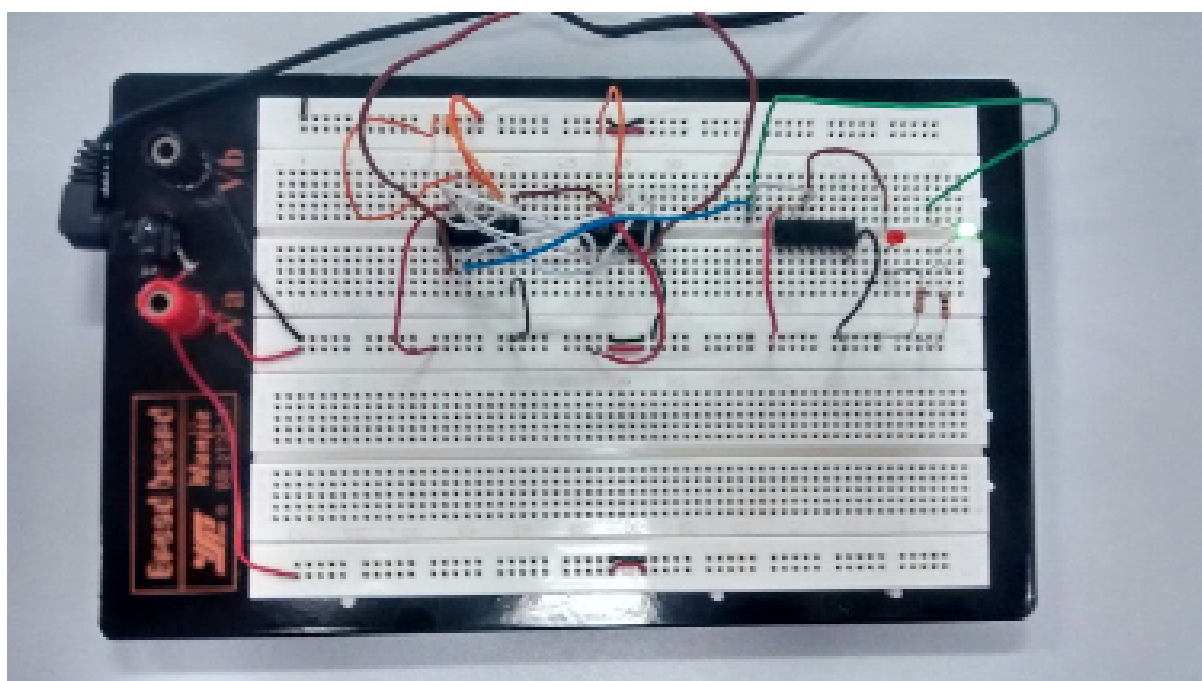
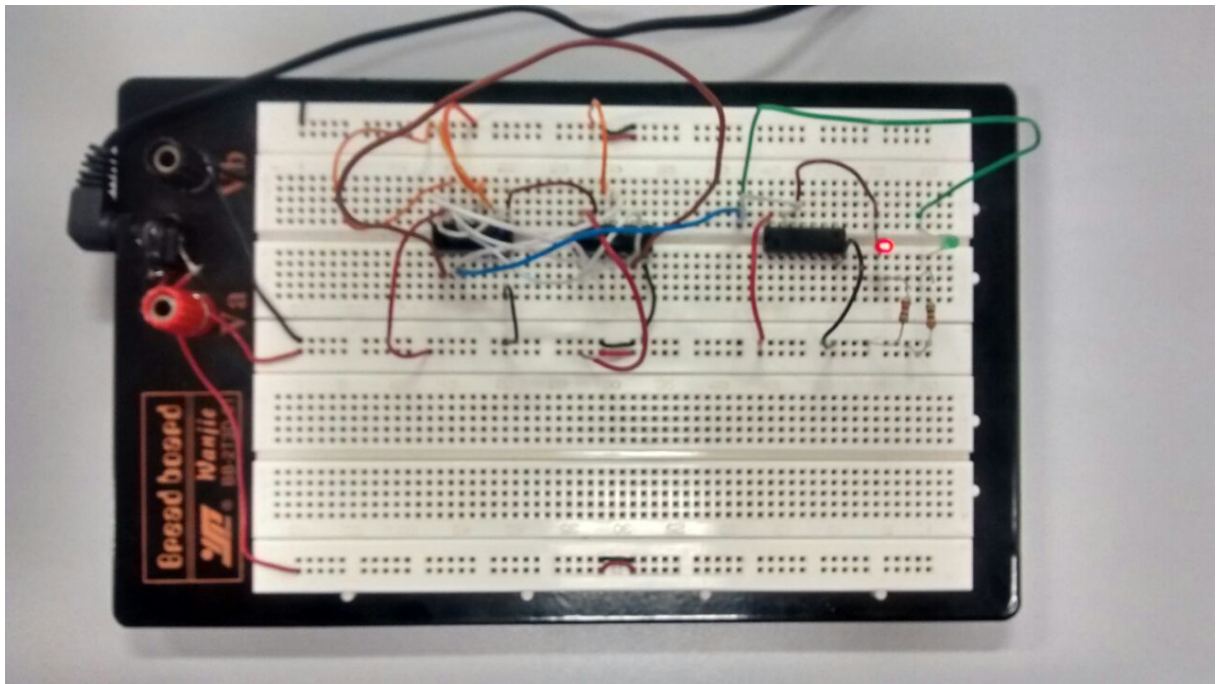


Figura 4 – Configuração onde o LED Vermelho deveria acender (0001, por exemplo)



## 2.2 Cenário 2

Para a realização deste experimento, foram utilizados o programa Quartus 13.0 SP 1 e a placa FPGA Cyclone II - EP2C20F484C7.

A partir do problema proposto, montou-se a seguinte expressão lógica

$$P + G + \sim V$$

com P representando *se a porta estiver aberta*, G *se nível de gelo do congelador estiver acima do permitido* e V *se o nível de gás do motor estiver adequado*, após a montagem da expressão, foi elaborada a [Tabela 2](#). Com esta tabela e a expressão lógica, elaborou-se o circuito, conforme a [Figura 5](#). Com tais informações, foi repassado o circuito para o Quartus, depois renomeou-se as entradas e saídas para que, por meio do arquivo tradutor, a placa FPGA reconhecesse os componentes. Para cobrir todos os casos de testes, foi realizada uma simulação, conforme a [Figura 8](#).

Tabela 2 – Tabela verdade da expressão lógica

P	G	$\sim V$	$P+G+(\sim V)$
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

Figura 5 – Desenho do circuito

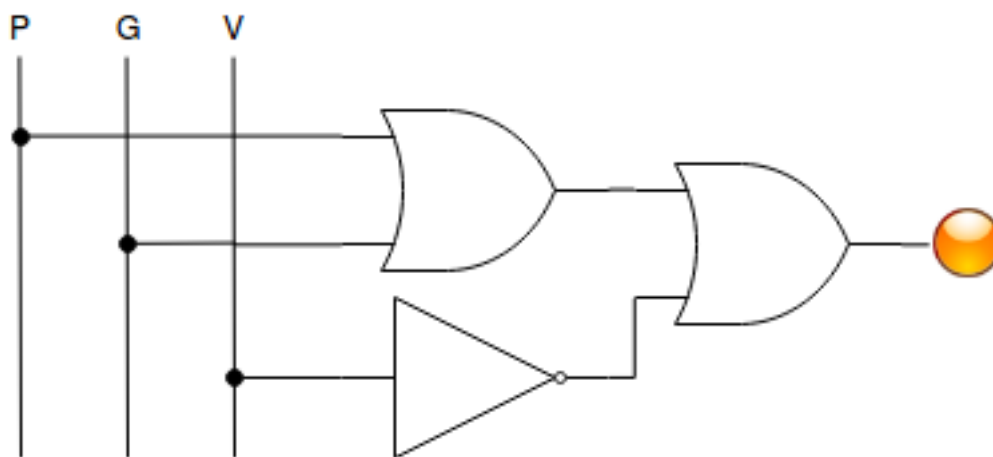
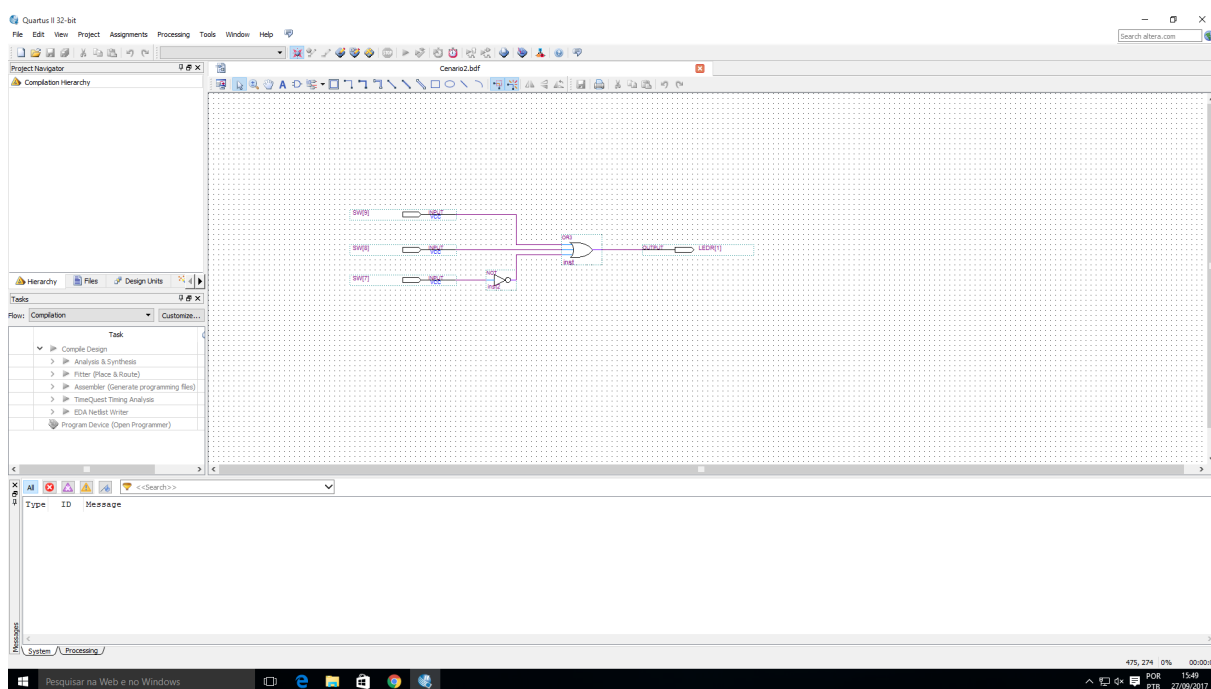


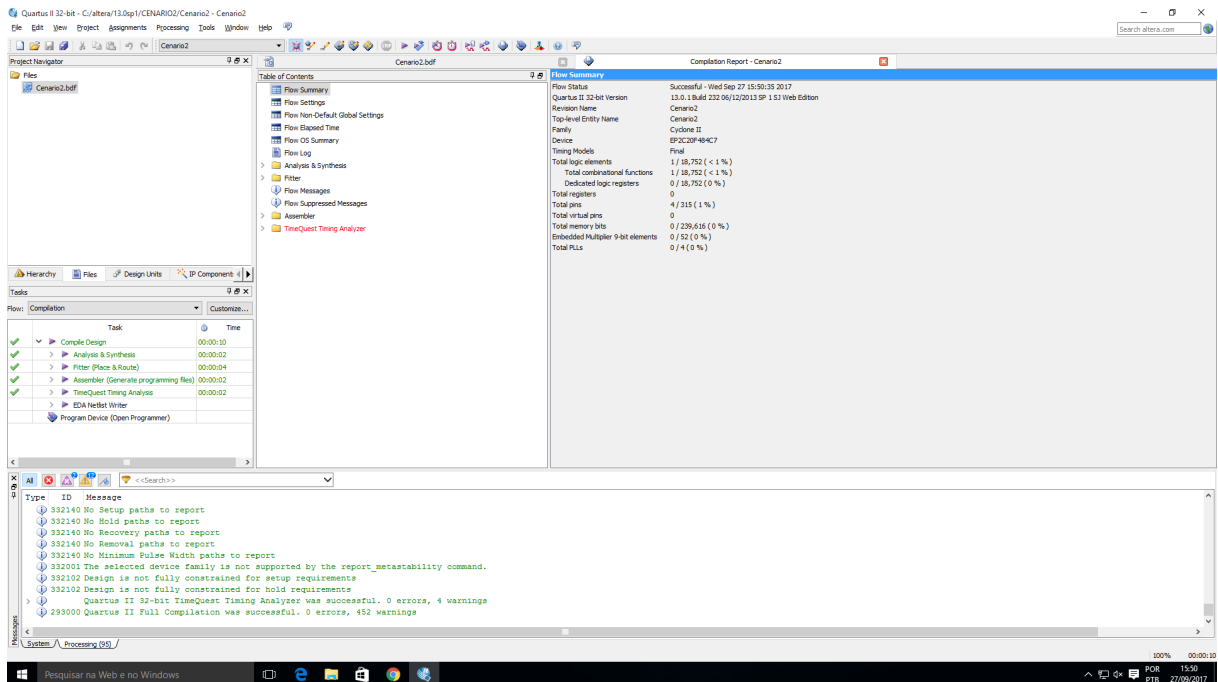
Figura 6 – Imagem do circuito no programa Quartus



A porta SW[9] representa a P, a SW[8] representa a G, a SW[7] representa a  $\sim V$  e a LEDR[1] é um led vermelho que irá indicar o resultado provido da expressão lógica. Uma observação que não merece uma devida atenção é que na Figura 5 foram necessárias a utilização de duas portas *OR*, enquanto na Figura 6 foi necessária apenas a utilização de uma porta *OR*. Isso ocorreu pelo fato de que no Quartus existe a possibilidade de utilizar uma porta *OR* de três entradas.

Por fim, o circuito virtual foi compilado, conforme Figura 7.

Figura 7 – Resultado da compilação do circuito



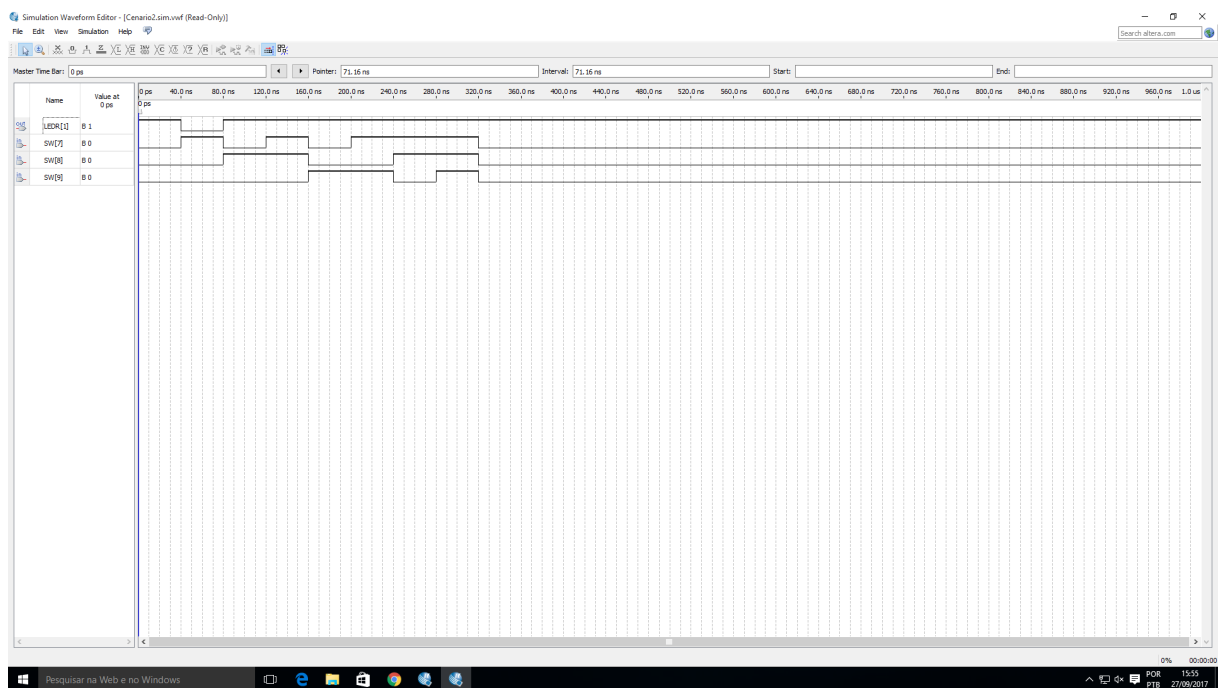
## 3 Avaliação dos resultados do experimento

### 3.1 Cenário 1

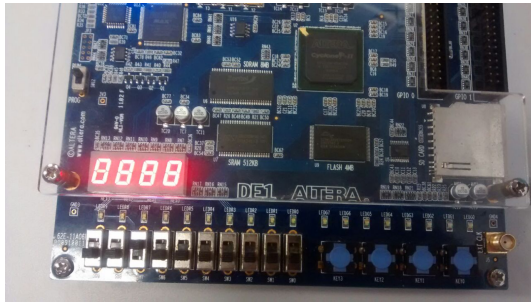
Verificou-se, para todos os casos de entrada, que o valor previsto pela tabela-verdade como saída era válido, demonstrando sucesso na implementação do experimento.

### 3.2 Cenário 2

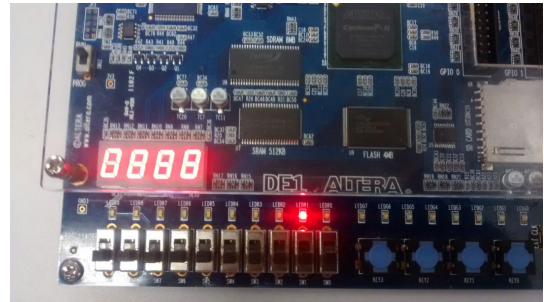
Figura 8 – Resultado da simulação



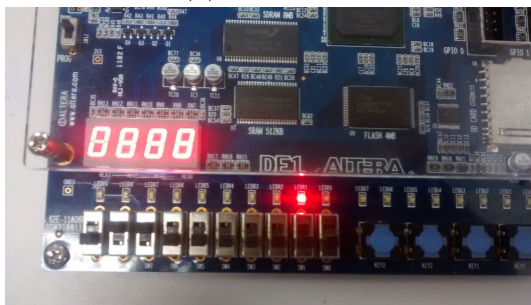




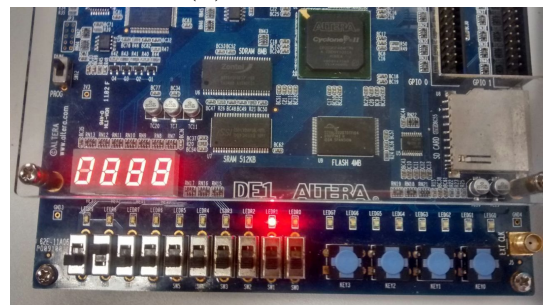
(a) 0 0 0 -&gt; 0



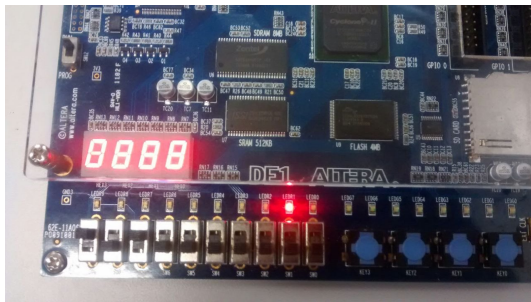
(b) 0 0 1 -&gt; 1



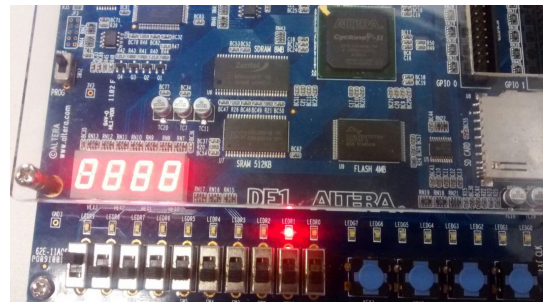
(c) 0 1 0 -&gt; 1



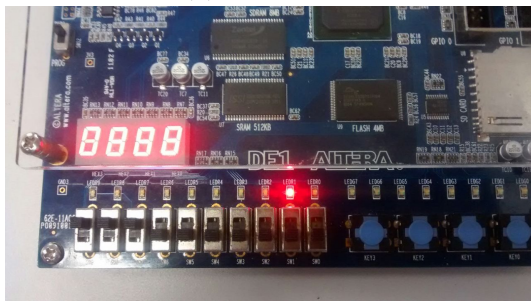
(d) 0 1 1 -&gt; 1



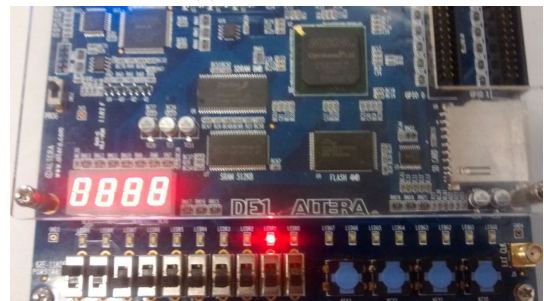
(e) 1 0 0 -&gt; 1



(f) 1 0 1 -&gt; 1



(g) 1 1 0 -&gt; 1



(h) 1 1 1 -&gt; 1

Figura 9 – Imagens do circuito na placa

## 4 Análise crítica e discussão

### 4.1 Cenário 1

Tal experimento demonstra-se importantíssimo, por introduzir noções gerais sobre Circuitos Digitais em um *proto-board*, isto é, um circuito físico, ao invés de apenas um circuito programado via *software* e gravado posteriormente em um *hardware*. Durante as instruções pré-experimento, também houve uma introdução à notação específica usada para descrever estes circuitos de maneira escrita, cujo conhecimento será indispensável para o desenvolvimento de projetos futuros.

### 4.2 Cenário 2

Com este experimento foi observado a importância de fazer simulações, já que ao testar o circuito na placa, um dos switches não estava funcionando, então ao comparar o resultado da placa com o esperado, segundo a simulação, pode-se constatar a falha do equipamento.

Teve-se dificuldade com a utilização do arquivo tradutor, pois ele estava sendo salvo como um arquivo texto e não um arquivo qst. Além disso, sentiu-se dificuldade em gerar a simulação, já que os slides eram do Quartus de uma versão anterior a que estava sendo utilizada.



## 5 Outras informações

Considere um circuito lógico presente em um sistema de segurança de um cofre privado.

Se a senha primaria estiver correta E (a leitura de digitais apresentar valor válido OU a leitura de íris apresentar valor válido), deve ser acendido um led azul, liberando o acesso. Caso contrário, deve ser acendido um led laranja.

Expressão lógica:  $S.(D+I)$  em que S representa *se a senha primaria estiver correta*, D *se a leitura de digitais apresentar valor válido* e I *se a leitura de íris apresentar valor válido*.

Tabela 3 – Tabela verdade da expressão lógica

S	D	I	$S.(D+I)$
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

Figura 10 – Desenho do circuito

