

## Laboratório 1

### Portas Lógicas Básicas: Parte 1 - Montagem e Medidas

#### 1. Introdução

Os **circuitos lógicos**, responsáveis pelo aparecimento da **Eletrônica Digital** entre 1930 e 1940, tiveram um grande impulso nas décadas de 50 a 70 em diante com a utilização de componentes eletrônicos semicondutores, principalmente os **Circuitos Integrados**.

Do ponto de vista elétrico, um circuito digital caracteriza-se por apresentar apenas **dois níveis** válidos de tensão:

- a) o **nível baixo**, simbolizado por **zero lógico**, ou “0”, representado por uma tensão próxima a **0 volts**;
- b) o **nível alto**, simbolizado por **um lógico** ou “1”, representado muitas vezes por uma tensão próxima a **5 volts**.

Os níveis lógicos, sendo na prática níveis de tensão, podem ser medidos com um voltímetro, ou visualizados com um osciloscópio, caso variem no tempo.

Estes níveis de tensão são utilizados para representar a idéia de **bit** (*Binary digit*), variável lógica bivolarada, com valores possíveis “0” ou “1”, usados para representar na prática outros valores, tais como CERTO ou ERRADO, TUDO ou NADA, LIGADO ou DESLIGADO, VERDADEIRO ou FALSO, e inclusive números em sistema de numeração binário.

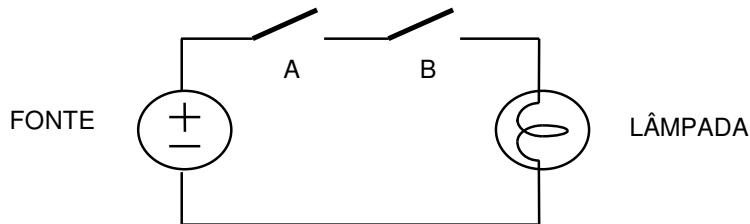
Desta forma, um circuito eletrônico pode ser construído para realizar as **três funções lógicas básicas**, que são as funções **AND**, **OR**, e a negação lógica ou **NOT**. Associando tais funções, outras podem ser definidas, tais como a NOT-AND ou **NAND**, a NOT-OR ou **NOR** e a EXCLUSIVE-OR ou **XOR**.

#### 2. Funções lógicas e circuitos associados

A seguir, serão apresentadas resumidamente as funções lógicas básicas. Maiores informações sobre as funções lógicas básicas estão sendo apresentados nas aulas de teoria. Portanto, em caso de dúvidas, revise os capítulos de teoria já apresentados, sobretudo os de “Álgebra Booleana” e “Portas Lógicas”. Verifique também a referência bibliográfica [1] citada no final do texto.

## 2.1 Função AND.

A função AND ou E combina duas variáveis (dois operandos binários) ou entradas A e B.

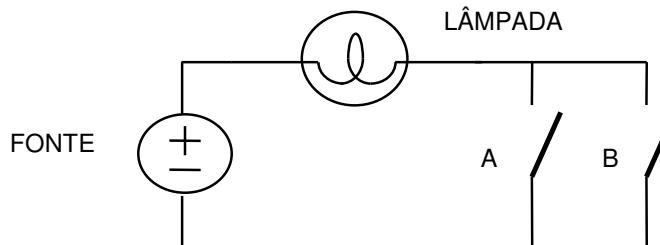


No circuito acima, a lâmpada acende (resultado S verdadeiro) se a chave A E a chave B são acionadas simultaneamente. Logo, matematicamente, esta função pode ser escrita como:

$$\begin{aligned} S &= A \text{ AND } B \\ S &= A \cdot B \end{aligned}$$

## 2.2 Função OR.

A função OR ou OU combina duas variáveis (dois operandos binários) ou entradas A e B.

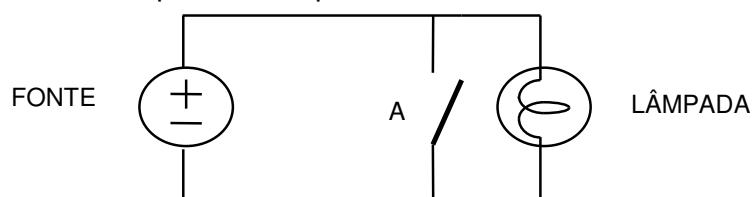


No circuito acima, a lâmpada acende (resultado S verdadeiro) se OU a chave A, OU a chave B, OU ambas as chaves são acionadas. Logo:

$$\begin{aligned} S &= A \text{ OR } B \\ S &= A + B \end{aligned}$$

## 2.3 Função NOT.

A função NOT ou NÃO utiliza apenas um operando binário: a entrada A.



No circuito acima, a lâmpada acende (resultado S verdadeiro) se a chave A NÃO estiver

© 2011 Prof. Frank Behrens

acionada (e apaga se A é acionada). Logo:

$$S = \text{NOT } A$$

$$S = \overline{A}$$

As três **funções lógicas básicas** permitem descrever matematicamente qualquer processo lógico de decisão baseado em variáveis do tipo verdadeiro ou falso, sim ou não, tudo ou nada. A atribuição de números binários considera.:

1 -> verdadeiro, sim, ligado, ativado, acionado, etc. (qualquer afirmação)

0 -> falso, não, desligado, desativado, desacionado, etc. (qualquer negação)

## 2.4 Formas equivalentes de representação

As funções lógicas básicas podem ser representadas através de três forma distintas, porém totalmente redundantes uma em relação a outra, a saber:

- Tabelas-verdade:

$$S = A \text{ AND } B$$

A	B	S
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

$$S = A \text{ OR } B$$

A	B	S
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

$$S = \text{NOT } A$$

A	S
0	1
1	0

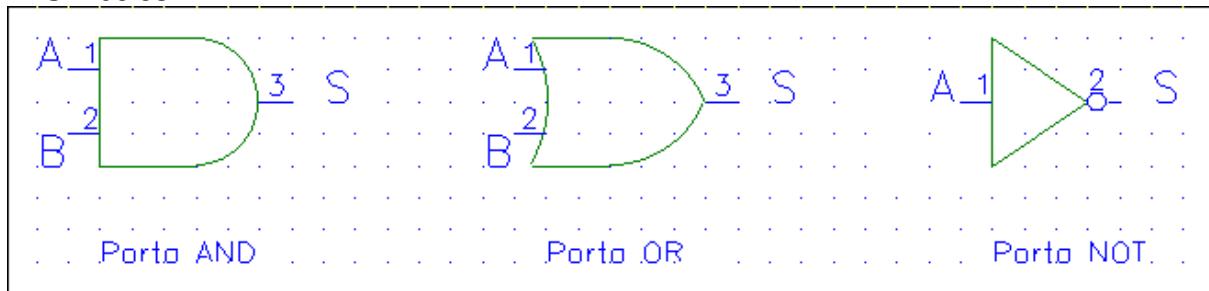
- Equações:

$$S = A \cdot B$$

$$S = A + B$$

$$S = \overline{A}$$

- Símbolos:

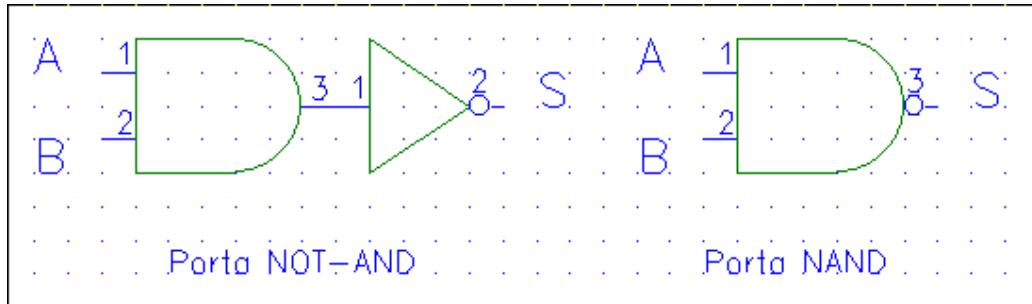


As funções lógicas são implementadas por circuitos eletrônicos. A cada símbolo corresponde um circuito eletrônico específico, denominado **porta lógica**, tal como será visto na parte experimental.

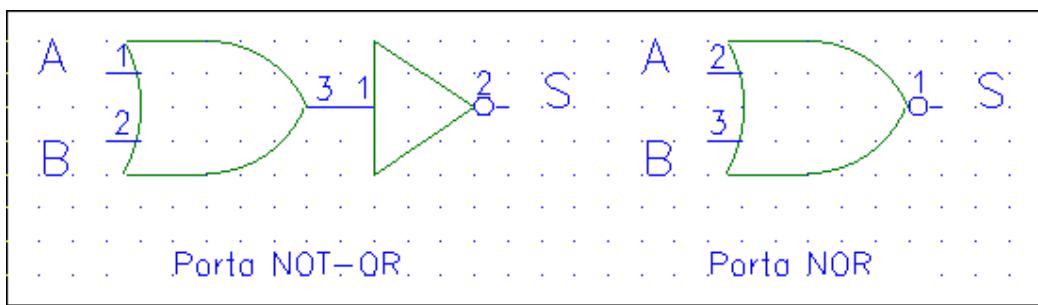
## 2.5 Outras funções lógicas

Outras funções podem ser obtidas da associação de duas ou mais funções lógicas básicas. Por exemplo:

a) Função **NOT-AND** ou **NAND**:



b) Função **NOT-OR** ou **NOR**:



## 2.6 Circuitos integrados (CI's)

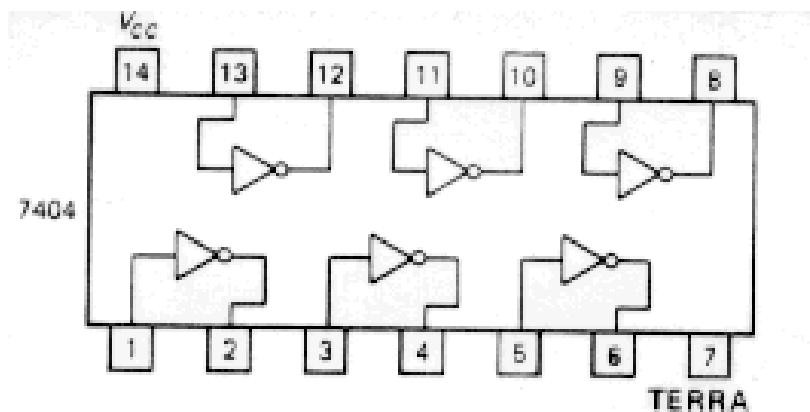
As portas lógicas podem ser construídas utilizando componentes eletrônicos (o estudo destes circuitos será apresentado nas disciplinas *Eletrônica Básica* e *Eletrônica Digital* em semestres futuros). Entretanto, a tecnologia moderna permite que você tenha acesso às portas lógicas na forma de **circuitos integrados** (ou simplesmente **CI's**), que nada mais são que componentes eletrônicos de muitos pinos.

Por exemplo, a função NOT é fabricada em **tecnologia TTL** (*Transistor-Transistor-Logic*) com o código **74xx04**, onde **74** identifica a tecnologia TTL, **xx** são letras que identificam a série (LS – baixo consumo, F – alta velocidade, HC – compatível com tecnologia CMOS, a ausência de letras identifica a tecnologia TTL padrão) e **04** é o número de identificação da função NOT.

Veja alguns exemplos (lista não completa):

Código	Porta Lógica	Código	Porta Lógica
74xx00	4 Portas NAND de 2 entradas	74xx20	2 Portas NAND de 4 entradas
74xx02	4 Portas NOR de 2 entradas	74xx21	2 Portas AND de 4 entradas
74xx04	6 Portas NOT (ou Inversores)	74xx25	2 Portas NOR de 4 entradas
74xx07	6 Portas Buffer de Sinal	74xx27	3 Portas NOR de 3 entradas
74xx08	4 Portas AND de 2 entradas	74xx30	1 Porta NAND de 8 entradas
74xx10	3 Portas NAND de 3 entradas	74xx32	4 Portas OR de 2 entradas
74xx11	3 Portas AND de 3 entradas	74xx86	4 Portas XOR de 2 entradas

Para se utilizar uma porta lógica TTL (ou qualquer outra na forma de CI), é necessário conhecer o diagrama esquemático interno (ou de pinagem) da mesma, que mostra a função associada a cada pino do CI. Por exemplo, a figura abaixo mostra este diagrama para a porta 7404.



Observa-se que no 7404 existem 6 funções NOT disponíveis. Os pinos 1, 3, 5, 9, 11 e 13 são entradas de cada um dos NOT's, enquanto que os pinos 2, 4, 6, 8, 10 e 12 são as respectivas saídas. Podemos utilizar qualquer quantidade de NOT's em qualquer posição (não há necessidade de utilizar todos só pelo fato de precisarmos de um deles).

Note os pinos especiais de Vcc (pino 14) e TERRA (pino 7, também denominado GND ou "ground"). Eles servem para alimentar o CI, ou seja, levar energia ao circuito eletrônico para que trabalhe e execute a função lógica.

Portanto, eles devem **SEMPRE** ser ligados. Vcc deve ser ligado ao terminal positivo (+) de uma **fonte de tensão de 5 volts**, enquanto que TERRA deve ser ligado ao terminal negativo (-) desta mesma fonte. Sem estas conexões, a função não irá funcionar.

Toda porta lógica TTL tem pinos de Vcc e TERRA em seu diagrama de pinagem. Atente sempre em localiza-los e confira sempre a montagem antes de ligar a fonte.

### Atenção:

**A troca de polaridade nos pinos Vcc e TERRA pode causar a queima do CI!**

### 3. Procedimento Experimental

#### Lista de Material

Circuitos integrados 74LS00 e 74HC04

Diversos resistores de  $1\text{ k}\Omega$

1 Multímetro digital.

1 Fonte de tensão DC.

1 Conjunto de cabos, conectores e pontas de prova.

#### Experiência 1

1. Monte o circuito da figura 1 usando o CI 74HC04.

2. Aplique níveis de tensão correspondentes a “0” e “1” na entrada A, meça o nível de tensão nas saídas Y e W e preencha a tabela-verdade abaixo.

A	A	Y(volts)	Y	W(volts)	W
0 V	0				
5 V	1				

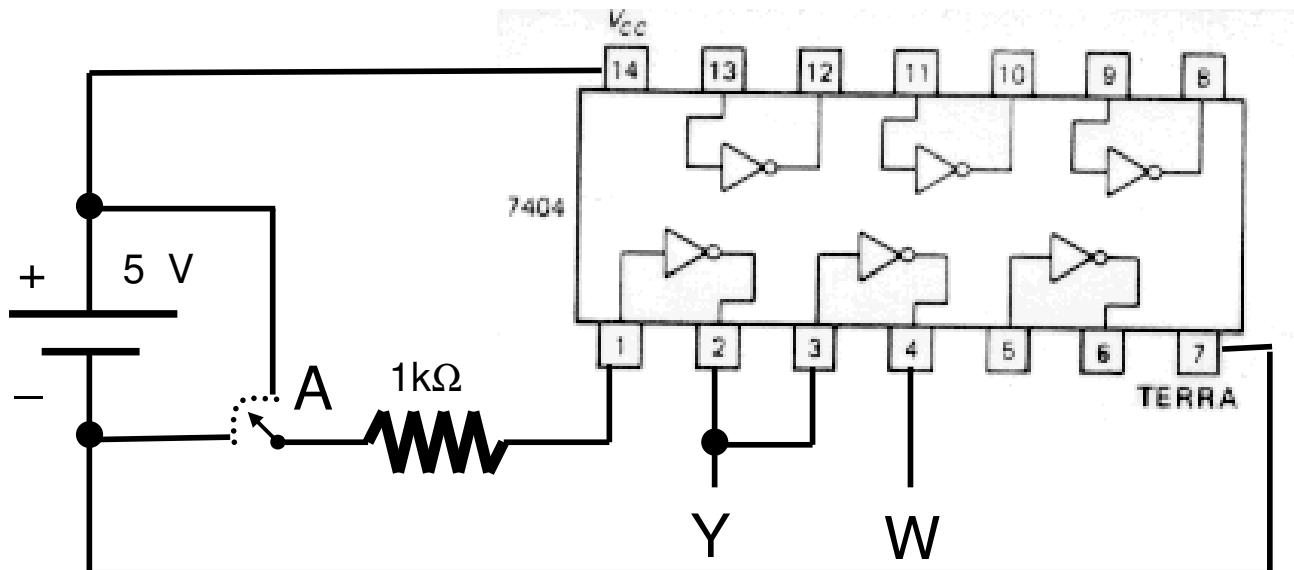


Figura 1 : Montagem para a Experiência 1.

## Experiência 2

1. Monte o circuito da figura 2 usando o CI 74LS00.
2. Aplique níveis de tensão correspondentes a “0” e “1” nas entradas A e B, meça o nível de tensão nas saídas Y e W e preencha a tabela-verdade abaixo.

A	B	Y (volts)	Y	W (volts)	W
0	0				
0	1				
1	0				
1	1				

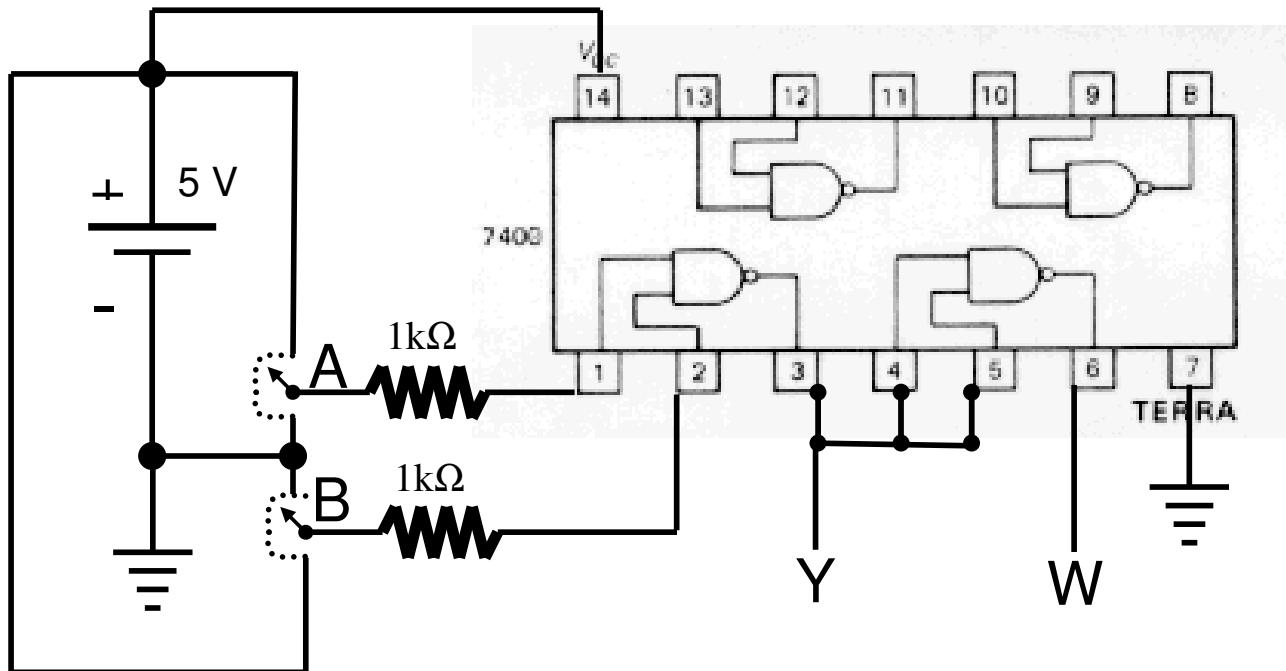


Figura 2 : Montagem para a Experiência 2.

### Experiência 3

1. Monte o circuito da figura 3 (fornecido apenas o diagrama lógico). Modifique a montagem da Experiência 2 e use a figura 2 como orientação.
2. Aplique níveis de tensão correspondentes a “0” e “1” nas entradas A e B, meça o nível de tensão na saída Y e preencha a tabela-verdade abaixo.

A	B	Y (volts)	Y
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

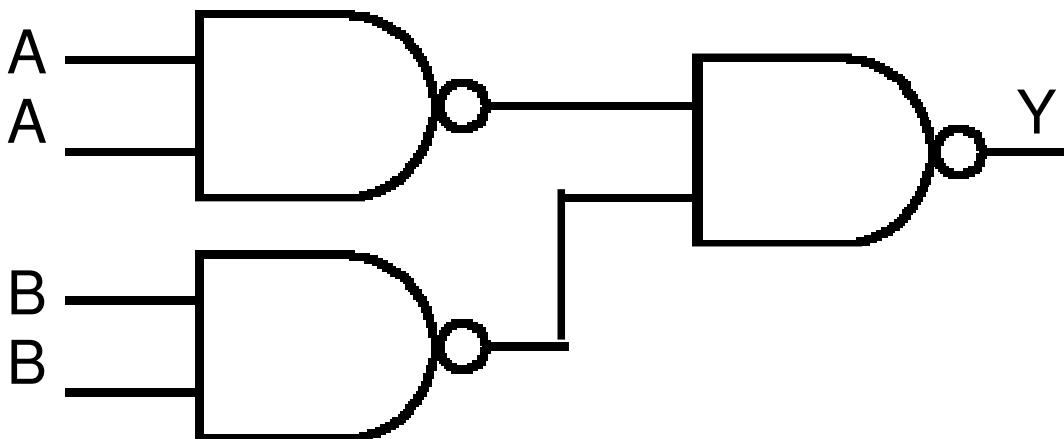
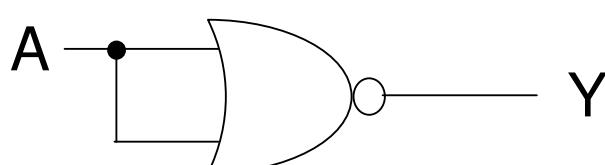


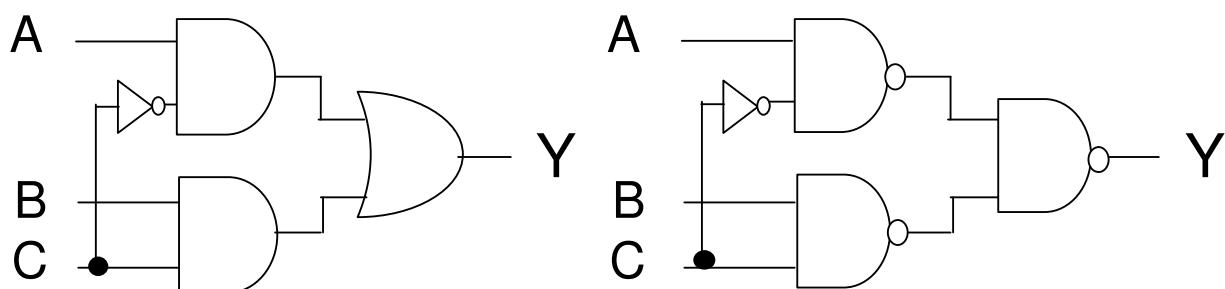
Figura 3 : Montagem para a Experiência 3. Não esqueça de ligar a alimentação do CI !!!

#### 4. Questões para relatório – Parte 1

1. No circuito lógico da Experiência 1, comente sobre os níveis lógicos observados nas saídas Y e W. Eles estão de acordo com a teoria? Que propriedade da Álgebra Booleana se aplica à relação entre as variáveis A e W?
2. No circuito lógico da Experiência 2, comente sobre os níveis lógicos observados nas saídas Y e W. Eles estão de acordo com a teoria? Qual a função lógica do circuito como um todo? Qual a função lógica equivalente de uma porta NAND quando ambas entradas estão ligadas a uma mesma variável?
3. No circuito lógico da Experiência 3, comente sobre os níveis lógicos observados na saída Y. Eles estão de acordo com a teoria? Qual a função lógica do circuito como um todo? Que Lei ou Teorema da Álgebra Booleana se aplica à relação entre as variáveis de entrada A e B e a saída Y?
4. Nas experiências realizadas, o nível lógico “0” vale sempre 0 volts? O nível “1” vale sempre 5 volts? Proponha uma faixa de valores de tensão para representar na prática “0” e “1”.
5. Responda ainda no relatório:
  - a) Qual a função lógica equivalente de uma porta NOR de 2 entradas quando ambas estão ligadas a uma mesma variável lógica?



- b) Verifique a equivalência dos circuitos abaixo (eles são equivalentes e você precisa provar isso de alguma forma). Que Lei ou Teorema da Álgebra Booleana se aplica neste caso?



#### Referências bibliográficas

- [1] Ivan Idoeta, Francisco Capuano –Elementos de Eletrônica Digital, Capítulo 2 e 3, Editora Érica, 36<sup>a</sup>. ed., 2004.
- [2] Ronald Tocci - Sistemas Digitais Princípios e Aplicações, Capítulo 3, LTC Editora, 5<sup>a</sup> ed. 1999.

## **Obs: Informações para realização do Relatório**

Deverá ser entregue 1 relatório por grupo de no máximo 3 alunos (1 bancada). O grupo deverá ser o mesmo ao longo de todo semestre.

O Laboratório 1 constará de 2 partes. A Parte 1 corresponde a este texto. A Parte 2 será realizada na semana seguinte, onde será apresentado o Simulador Lógico Max+Plus II da Altera e feitas as observações dos mesmos circuitos.

Realize o relatório sobre este mesmo texto, apenas preenchendo as tabelas-verdade e respondendo as questões apresentadas no item 4. Em seguida, o grupo deverá incluir o texto da Parte 2 bem como incluir as observações realizadas (algumas telas, algumas medidas e questões sobre o simulador). O material deverá ser impresso e entregue sem encadernação, bastando as folhas estarem grampeadas.

Inclua como capa apenas o seguinte (texto que está na moldura):

Data: _____ / _____ / _____
<b>Pontifícia Universidade Católica de Campinas</b> <b>Engenharia Elétrica – Telecomunicações – Noturno</b> <b>Circuitos Digitais I – Laboratório – Prof. Frank</b>
Relatório do Laboratório no. _____
Título: _____
Participantes do grupo:
RA: _____
RA: _____
RA: _____
_____

A entrega do primeiro relatório deverá ocorrer 1 semana após a realização em laboratório da Parte 2.

Procure sempre ler o texto da próxima experiência antes do dia do respectivo laboratório, para ter uma idéia do assunto a ser tratado e tirar dúvidas iniciais se necessário.

Procure o material na rede e imprima com antecedência, para evitar perda de tempo no início de cada aula.