

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Boylestad, Robert; Nashelesky, Louis. **Dispositivos Eletrônicos e Teoria de Circuitos**. 5ta. Ed. Rio de Janeiro: Prentice-Hall do Brasil, 1994.

Chudzynski, S; Czyzewski, A.; Ernst, K.; Karasinski, G. 2002, **Multiwavelength Lidar for Measurements of Atmospheric Aerosol**, Optics and Lasers in Engineering, Vol. 37, pág 91-99.

Friedlander, S. K. **Smoke, Dust and Haze**. New York: John Wiley & sons, 1977.

Guillot, P. 1983. **Optical Methods of Remote Sensing of Atmospheric Pollution**. Spectrochimica Acta, Vol.38B, No. 11/12, pág 1457-1464.

Hidy, George M. Aerosols: **An Industrial and Environmental Science**. Orlando, Florida: Academic Press, 1984.

Hinds, William C.; Wiley, John & Lois. **Aerosol Technology Properties Behavior and Measurements of Airbornes Particles**. New York: New York, 1969.

INMETRO. **Guia para Expressão da Incerteza de Medição**. Brasília: SENAI/DN, 2000.

INMETRO. **Quadro Geral de Unidades de Medida**. 2.ed. Brasília, SENAI/DN, 2000.

INMETRO. **Sistema Internacional de Unidades**. 6.ed. Brasília, SENAI/DN, 2000.

INMETRO. **Vocabulário Internacional de Termos Fundamentais e Gerais de Metrologia**. 2.ed. Brasília, SENAI/DN, 2000.

Intrator, Edmond & Mello, Hilton A. **Dispositivos Semicondutores**. 5ta. Ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e científicos S. A., 1983.

McMurry, Peter H. 1999. **A Review of Atmospheric Aerosol Measurements**. Atmospheric Environment, Vol. 34, páginas 1959-1999.

Morawska, Lidia; Thomas, Stephen; Jamriska, Milan; Johnson, Graham 1999.

The Modality of Particle Size Distributions of Environmental Aerosols. Atmospheric Environment, Vol. 33, pág 4401-4411.

National Institute of Standards and Technology - NIST. **LED Photometric Standards.** Disponível em:

<http://physics.nist.gov/Divisions/Div844/facilities/photo/Projects/led_photometry.htm>. Acesso em novembro do 2002.

9 BIBLIOGRAFIA

Direção geral do meio ambiente. **Qualidade do Ar**. Disponível em <http://193.136.121.102/iqar/qual1.html>. Acesso em janeiro de 2003.

Ferrer, J. Fernandez. **Atlas de Física**. España: Ibero Americana. 1968.

Kerker, Milton. **The Scattering of Light and Other Electromagnetic Radiation**. New York: London, 1969.

Levine, David M.; Berenson, Mark L.; Stephan, David. **Estatística: Teoria e Aplicações**. Rio de Janeiro: LTC, 1998.

Malm, William C.; Derek E. Day, 2001, “**Estimates of Aerosol Species Scattering Characteristics as a Function of Relative Humidity**”, Atmospheric Environment, Vol. 35, pág 2845-2860.

Millman, Jacob; Halkias, Christos C. Eletrônica: **Dispositivos e Circuitos**. 2 Ed. São Paulo: McGraw Hill, 1981.

National Institute of Standards and Technology - NIST. **Photodetector Measurements**. Disponível em: <http://physics.nist.gov/Divisions/Div844/facilities/phdet/phdet.html>. Acesso em novembro de 2002.

National Instruments. **User Manual of LabVIEW**. USA, Texas. National Instruments Corporation, 2000.

National Instruments. **User Manual. AT-MIO/AI E-Series**. USA, Texas. National Instruments Corporation, 1996.

Peñaloza M., Marcos A. 1999, **An Alternative Method of Studying the Optical Properties of Highly Non-absorbing Spherical Monodisperse Aerosol using a Cell Transmissometer**, Elsevier Science, Vol. 31, Nro 10, pág 1231-1250.

Portal do Meio Ambiente. **Gestão Ambiental**. Disponível em http://www.pr.gov.br/sema/a_qualidar.shtml#Indicadores >. Acesso em janeiro 2003.

Revista Antena Eletrônica Popular. **Dispositivos e Componentes Eletrônicos**. Disponível em <http://www.eccel.com.br/index1.htm>>. Acesso em abril 2002.

Rezende, Sergio M. **A Física dos Materiais e Dispositivos Eletrônicos**. Pernambuco: UFPE, 1996.

Slater, John F.; Dibb, Jack E.; Keim, Barry D.; TalbotLight, Robert W. 2002, **Light Extinction by Fine Atmospheric Particles in the White Mountains Region of New Hampshire and its Relationship to Air Mass Transport**, The Science of the Total Environment, Vol 287, pág 221-239.

Universidad de Navarra. **Optoelectrónica**. Disponível em: <http://www.tecnun.com/asignaturas/fisica-1/teoria/9/>>. Acesso em abril 2002.

Universidade de São Paulo, Programa Educ@r. **Óptica**. Disponível em <http://educar.sc.usp.br/optica/indice.htm#indice>. Acesso em abril 2002.

Universidade de São Paulo. **Dispersão da Luz**. Disponível em: <http://www.cdcc.sc.usp.br/ondulatória/disper.html>>. Acesso em abril 2002.

10 ANEXOS

10.1. Características das partículas atmosféricas.

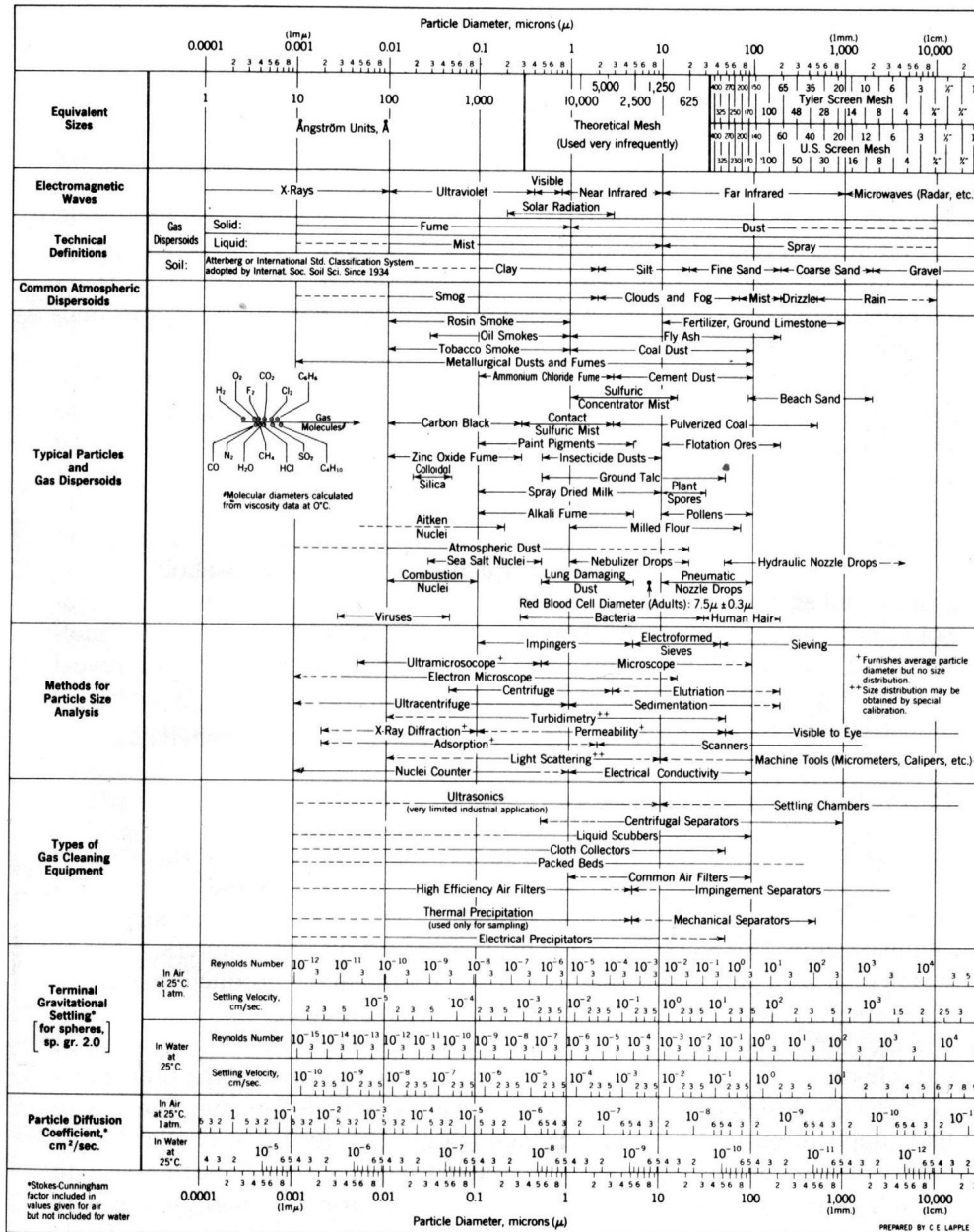


Figura 49- Características das partículas atmosféricas. (Hidy, "Aerosol Technology Properties Behavior and Measurements of Airbornes Particles").

11 APÊNDICE

11.1.

Descrição do Programa de Aquisição no Software LabVIEW.

11.1.1.

Painel Frontal

O painel frontal é a janela de interação entre o usuário e o programa de aquisição. Consta de controles e indicadores:

Controles:

- **Canais:** Este controle é para configuração dos canais de aquisição. Cada canal está especificamente ligado à saída de um fotodetector específico. A ativação dos canais para adquirir os dados será de acordo aos nossos requerimentos. Temos assim:
 - Canal 0: Par E-D 2 (0)
 - Canal 1: Par E-D 2 (1)
 - Canal 2: Par E-D 2 (2)
 - Canal 3: Par E-D 2 (3)
 - Canal 4: Par E-D 4 (4)
 - Canal 5: Par E-D 4 (5)
 - Canal 6: Par E-D 4 (6)
 - Canal 7: Par E-D 4 (7).
- **Taxa de Amostragem por canal (Scan rate):** A taxa máxima de aquisição (100000/s) deverá ser dividida pelo número de pares E-D ativos. A taxa de amostragem pode ser considerada como a velocidade com a qual serão adquiridos os dados.
- **Número de amostras:** Quantidade de amostras a adquirir.
- **Device:** Configuração da placa de aquisição, (1)
- **Salvar dados:** controle que permite salvar os dados adquiridos até um determinado instante. A execução do programa é finalizada clicando neste ícone.

- **Pre trigger scans:** Número de vezes que são adquiridos dados e são armazenados no buffer do computador antes que o sinal trigger seja recebido pelo computador.

Indicadores:

- **Tela gráfica (Waveform Graph):** Mostra graficamente os dados que estão sendo registrados nesse instante.
- **Array de dados:** Mostra digitalmente os dados que estão sendo registrados nesse instante. Mostra os dados de cada canal separadamente.
- **Número de medidas:** Indica o número de vezes que foram feitas as medições.

11.1.2.

Diagrama de blocos

O software LabVIEW apresenta programas de aquisição prontas para ser utilizadas, mas a taxas de amostragem destes programas estão configurados para adquirir 1000 dados por segundo, mesmo que a placa de aquisição tenha capacidade para mais. Então tivemos a necessidade de fazer um programa de aquisição específico que nos permitiu adquirir dados com uma taxa de amostragem de 100000 dados por segundo.

Este programa consta de duas etapas importantes: adquirindo dados e salvando dados:

ADQUIRINDO OS DADOS.

Esta etapa consta de cinco VIs (programas próprios do LabVIEW):

- **AI CONFIG:** configuração das entradas analógicas (sinais gerados pelos fotodetectores).
- **AI START:** dá início às entradas analógicas (sinais gerados pelos fotodetectores).
- **AI READ:** faz a leitura das entradas analógicas (sinais gerados pelos fotodetectores).
- **AI CLEAR:** libera a memória do buffer uma vez que foi terminada a aquisição.

Todos estes VIs estão dentro de uma estrutura *while* para poder adquirir dados de forma contínua. Desta forma o programa só sairá da estrutura *while* quando se pressione o botão “Salvar Dados”.

Dentro desta estrutura *while* encontra-se também um contador que indica o número de vezes que foram feitas medições de forma contínua (a função é localizada em ***function/numeric/increment***, a partir do menu principal do software).

SALVANDO OS DADOS

Esta etapa consta de duas estruturas *For Loop* (localizadas em ***function/structures/for loop***) dentro das quais se tem uma função “index array” (localizada em ***function/array/index array***) que permite organizar os dados. Para armazenar os dados em uma base de dados, no formato TXT utilizou-se a função string (localizada em ***Function/File IO/write to spreadsheet***).

O *For Loop* externo serve para separar os dados segundo o numero de medições. Com o *For Loop* interno consegue-se ordenar os dados segundo o canal (Par E-D).

11.1.3.

Instruções para a operação do programa de aquisição

- 1) Selecionar os canais dos Pares E-D e ativá-los colocando o número correspondente a cada canal.
- 2) O device da placa de aquisição está configurada para o valor 1.
- 3) O scan rate (taxa de amostragem) deverá ser igual a 100000 dividido pelo numero de canais ativos.
- 4) Selecionar o número de amostras.
- 5) Executar o Programa.
- 6) Para armazenar os dados adquiridos pressionar o botão “Salvar Dados”.
- 7) Parar o programa

11.2.

Cálculo da incerteza do tempo de Resposta e da constante de tempo dos Pares E-D

Apresenta-se o roteiro de cálculo que se utilizou para o cálculo das incertezas (tipo A e tipo B) do tempo de resposta e da constante de tempo.

11.2.1.

Incerteza tipo A

Para o cálculo da incerteza tipo A do tempo de resposta e da constante de tempo considerou-se os seguintes fatores:

- \bar{X}_i : Estimativa da média
- $s(x_i)$: Desvio padrão obtido dos dados experimentais
- $s(x_i)/\sqrt{n}$: Desvio padrão da média
- n : Número de medições, $n = 5$.

11.2.2.

Incerteza tipo B

Para o cálculo das incertezas tipo B do tempo de resposta consideraram-se os seguintes fatores:

- ΔR_t : Incerteza devido à resolução do osciloscópio (na base de tempo):
 - $\Delta R_t = 0,1\mu s/2/\sqrt{3} = 0,03\mu s$ (distribuição retangular)
 - $\Delta R_t = 0,2\mu s/2/\sqrt{3} = 0,06\mu s$ (distribuição retangular)
 - $\Delta R_t = 10\mu s/2/\sqrt{3} = 3\mu s$ (distribuição retangular)
- ΔR_v : Incerteza devido à resolução do osciloscópio (voltagem)
 - $\Delta R_v = 0,031V/2/\sqrt{3} = 0,009V$ (distribuição retangular)
- $\Delta t_{V_{\max}}$: Incerteza associada à leitura de voltagem do sinal máximo (V_{\max}).
- $\Delta t_{63,2\%V}$: Incerteza associada à leitura de voltagem do 63,2% do sinal máximo ($V_{63,2\%}$).
- E_{osc} : Erro do instrumento de medição, Osciloscópio, na base de tempo:

$(\pm 0,01\% \text{ da leitura} \pm 0,2\% \text{ fundo da escala} \pm 40ps)/2/\sqrt{3}$
(distribuição retangular).

11.2.3.

Incerteza padronizada combinada

Tempo de resposta:

Para o cálculo da Incerteza padronizada combinada do tempo de resposta utilizou-se a seguinte propagação de erros:

$$u_{B_{(\text{Tempo de resposta})}} = \sqrt{\left(\frac{s}{\sqrt{n}}\right)^2 + (\Delta R_t)^2 + (E_{osc})^2 + (\Delta t_{V_{máx}})^2}$$

onde:

$(\Delta t_{V_{máx}})^2$ é a incerteza associada devido ao erro na leitura na escala de voltagem do sinal máximo. Calculou-se da seguinte forma:

$$(\Delta t_{V_{máx}})^2 = \left(\frac{\partial t}{\partial V_{máximo}} \cdot \Delta V_{máximo} \right)^2$$

Onde o valor da aproximação da derivada $\frac{\partial t}{\partial V_{máximo}}$ foi calculada das medições

feitas para cada Par E-D. O valor de $\Delta V_{máximo} = \Delta R_V = 0,009V$.

Constante de Tempo:

Para o cálculo da Incerteza padronizada combinada da constante de tempo utilizou-se a seguinte propagação de erros:

$$u_{B_{(\text{Tempo de resposta})}} = \sqrt{\left(\frac{s}{\sqrt{n}}\right)^2 + (\Delta R_t)^2 + (E_{osc})^2 + (\Delta t_{63,2\%V})^2}$$

Onde:

$(\Delta t_{63,2\%V})^2$ é a incerteza associada devido ao erro na leitura na escala de de voltagem do 63,2% do sinal máximo. Calculou-se da seguinte forma:

O valor da constante de tempo é o valor correspondente ao tempo que demora o sinal de saída até chegar ao 63,2% do sinal máximo, então:

$$V_{63,2\%} = 0,632 \times V_{máximo}$$

A incerteza associada ao cálculo do 63,2% do sinal máxima é a derivada em relação a $V_{máximo}$ e foi calculada da seguinte forma:

$$\left(\Delta V_{63,2\%}\right)^2 = \left(\frac{\partial V_{63,2\%}}{\partial V_{\text{máximo}}} \cdot \Delta V_{\text{máximo}}\right)^2 = 0,632 \times 0,009V = 0,006V$$

Então, a incerteza associada à leitura de voltagem do 63,2% do sinal máximo foi determinada por:

$$\left(\Delta t_{63,2\%V}\right)^2 = \left(\frac{\partial t_{63,2\%}}{\partial V_{63,2\%}} \cdot \Delta V_{63,2\%}\right)^2$$

O coeficiente de sensibilidade $\frac{\partial t_{63,2\%}}{\partial V_{63,2\%}}$ foi calculado pela aproximação da derivada das medições feitas para cada Par E-D.

:

11.2.4. Incerteza Expandida

Para o cálculo da incerteza expandida utilizou-se o coeficiente de abrangência $k_p = 2$ para um nível de confiança do 95%

$$U = 2 \times u$$

Os cálculos e resultados apresentam-se na tabela 21

Tabela 21- Cálculo das incertezas do tempo de resposta e constante de tempo dos Pares E-D.

Tempo de Resposta na elevação do sinal								
Pares E-D	Média \bar{x}_i	s(xi)	$\frac{s(x_i)}{\sqrt{n}}$	Resolução	ΔRt	E_{osc}	(Δt_{Vmax})	U
Par E-D 1	11,2	0,070	0,031	0,1	0,029	0,006	0,007	0,1
Par E-D 2	11,3	1,368	0,612	0,1	0,029	0,006	0,073	1,2
Par E-D 3	30,2	3,344	1,496	0,2	0,058	0,012	0,069	3,0
Par E-D 4	15,6	0,235	0,105	0,2	0,058	0,012	0,069	0,3

Tempo de resposta na queda do sinal								
Pares E-D	Média \bar{x}_i	s(xi)	$\frac{s(x_i)}{\sqrt{n}}$	Resolução	ΔRt	E_{osc}	(Δt_{Vmax})	U
Par E-D 1	729	8,556	3,826	10	2,887	0,310	0,009	10
Par E-D 2	16,7	1,368	0,612	0,2	0,058	0,012	0,083	1,2
Par E-D 3	28,1	0,623	0,279	0,2	0,058	0,012	0,028	0,6
Par E-D 4	15,6	0,235	0,105	0,2	0,058	0,012	0,028	0,2

Constante de tempo na elevação do sinal								
Pares E-D	Média \bar{x}_i	s(xi)	$\frac{s(x_i)}{\sqrt{n}}$	Resolução	ΔRt	E_{osc}	$(\Delta t_{63,2\%V})$	U
Par E-D 1	7,3	0,089	0,040	0,1	0,029	0,006	0,035	0,1
Par E-D 2	3,5	0,353	0,158	0,1	0,029	0,006	0,024	0,3
Par E-D 3	7,7	0,870	0,389	0,2	0,058	0,012	0,059	0,8
Par E-D 4	4,9	0,169	0,076	0,2	0,058	0,012	0,023	0,2

Constante de Tempo na queda do sinal								
Pares E-D	Média \bar{x}_i	s(xi)	$\frac{s(x_i)}{\sqrt{n}}$	Resolução	ΔRt	E_{osc}	$(\Delta t_{63,2\%V})$	U
Par E-D 1	461	3,633	1,625	10	2,887	0,302	0,913	7
Par E-D 2	4,2	0,353	0,158	0,2	0,058	0,012	0,005	0,3
Par E-D 3	7,8	0,339	0,152	0,2	0,058	0,012	0,080	0,4
Par E-D 4	4,9	0,169	0,076	0,2	0,058	0,012	0,033	0,2

11.3.**Avaliação da potência de saída do LED em relação à distância, Tensão e Intensidade de corrente fornecida.**

Utilizou-se o Optical Power Meter e um Fotodetector Newport, para medir a potência de saída do nosso LED. As medições foram feitas para avaliar a variação da potência em relação à distância, à tensão fornecida de 2-2,5V e a intensidade de corrente fornecida de 20 a 40mA. Também a estabilidade do LED em relação à temperatura de 20, 25 e 30 °C.

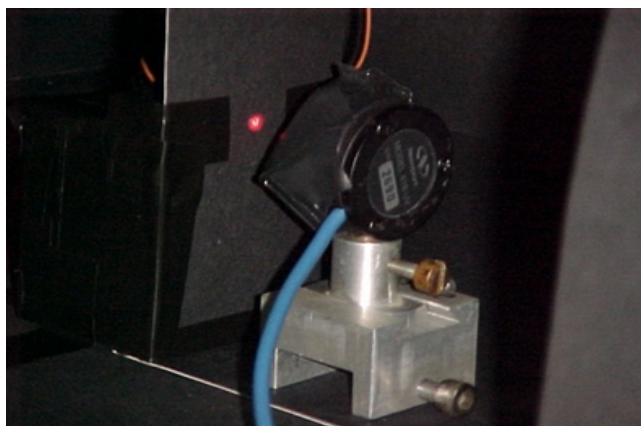


Figura 50- Avaliação do LED.

As medições foram feitas em um ambiente escuro, para o qual construiu-se uma câmera adequada para evitar interferências de luz.

Tabela 22- Variação da potência do LED (μW) em relação a tensão de alimentação e intensidade de corrente fornecida, e à temperatura.

Temperatura $20,2 \pm 0,3^\circ\text{C}$

Tensão de Alimentação 2V

Distância Cm	Intensidade de corrente (mA)				
	20	25	30	35	40
0	5,86	6,83	7,72	8,33	8,73
1	3,91	4,66	5,09	5,56	5,88
2	2,14	2,70	3,04	3,22	3,41
3	1,18	1,45	1,55	1,67	1,84
4	0,83	1,04	1,15	1,24	1,32
5	0,53	0,64	0,76	0,72	0,84
6	0,36	0,44	0,50	0,54	0,58
7	0,38	0,37	0,42	0,45	0,47

Tensão de Alimentação 2,5V

Distância cm	Intensidade de corrente (mA)				
	20	25	30	35	40
0	5,85	6,76	7,74	8,33	8,71
1	3,83	4,57	5,12	5,58	5,77
2	2,20	2,67	3,05	3,25	3,42
3	1,19	1,31	1,52	1,67	1,86
4	0,84	1,02	1,15	1,26	1,32
5	0,56	0,67	0,72	0,77	0,82
6	0,37	0,44	0,50	0,54	0,59
7	0,32	0,37	0,42	0,45	0,47

Temperatura $25,8 \pm 0,3^\circ\text{C}$

Tensão de Alimentação 2V

Distância Cm	Intensidade de corrente (mA)				
	20	25	30	35	40
0	5,49	6,50	7,31	7,94	8,49
1	3,37	4,26	4,83	5,17	5,41
2	2,14	2,72	2,80	3,20	3,36
3	1,26	1,50	1,61	1,72	1,85
4	0,81	0,98	1,10	1,13	1,22
5	0,51	0,63	0,70	0,76	0,82
6	0,38	0,45	0,50	0,54	0,55
7	0,32	0,36	0,40	0,44	0,45

Tensão de Alimentação 2,5V

Distância cm	Intensidade de corrente (mA)				
	20	25	30	35	40
0	5,49	6,50	7,31	7,94	8,49
1	3,37	4,26	4,83	5,17	5,41
2	2,14	2,72	2,80	3,20	3,36
3	1,30	1,51	1,67	1,81	0,19
4	0,82	1,01	1,10	1,17	1,23
5	0,54	0,63	0,69	0,75	0,82
6	0,37	0,46	0,49	0,54	0,55
7	0,30	0,34	0,39	0,42	0,45

Temperatura $29,8 \pm 0,3^\circ\text{C}$

Tensão de Alimentação 2V

Distância Cm	Intensidade de corrente (mA)				
	20	25	30	35	40
0	5,30	6,22	7,14	7,64	7,93
1	3,04	3,70	4,14	4,55	4,82
2	1,81	2,14	2,51	2,63	2,85
3	1,04	1,34	1,52	1,62	1,72
4	0,70	0,84	0,94	1,04	1,12
5	0,50	0,62	0,71	0,74	0,84
6	0,31	0,42	0,43	0,52	0,54
7	0,10	0,14	0,21	0,23	0,25

Tensão de Alimentação 2,5V

Distância cm	Intensidade de corrente (mA)				
	20	25	30	35	40
0	5,29	6,22	7,20	7,70	8,10
1	3,11	3,69	4,20	4,50	4,80
2	1,83	2,14	2,40	2,60	2,90
3	1,20	1,35	1,50	1,60	1,70
4	0,72	0,84	1,00	1,00	1,10
5	0,52	0,63	0,70	0,70	0,80
6	0,32	0,44	0,40	0,50	0,50
7	0,12	0,15	0,20	0,20	0,20

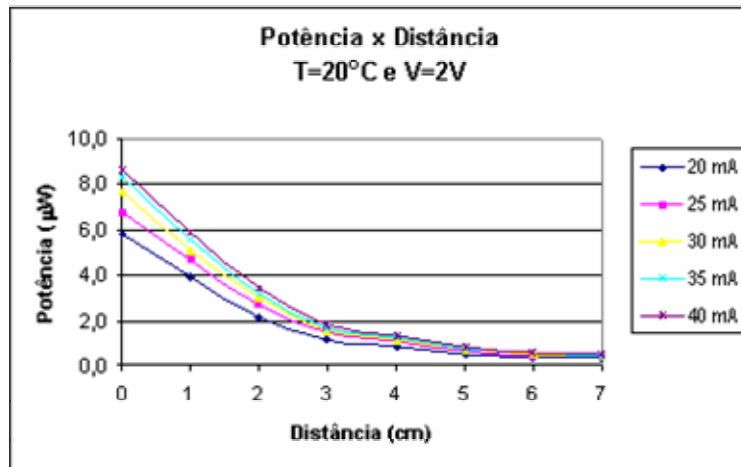


Figura 51- Variação da potência em relação à distância.

Na figura 51 pode-se observar a variação da potência em função da distância e da intensidade de corrente fornecida ao LED.