

PEA 3496

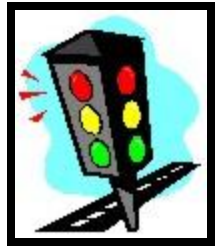
Energia e Meio Ambiente: Sistemas Energéticos e seus Efeitos Ambientais

Prof. Marco Saidel

Eng. Mário Cesar E. S. Ramos

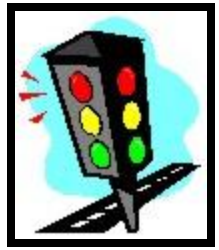
SEMÁFOROS A LED

Objetivo



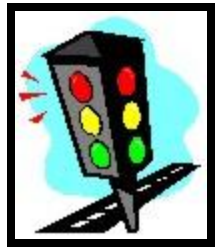
Avaliar a viabilidade técnica e econômica das lâmpadas para focos de semáforos de trânsito, compostas de diodos emissores de luz (LED).

Motivação



Em função da durabilidade e baixo consumo de energia elétrica, a aplicação de lâmpadas formadas por diodos emissores de luz (LEDs), em sistemas de sinalização, substituindo a técnica convencional, que utiliza lâmpadas incandescentes, poderá resultar em enormes vantagens, como a redução do risco de acidentes, redução do custo decorrente da substituição das lâmpadas e a redução no consumo de energia.

Definição



Semáforo é um dispositivo de controle de tráfego que alterna o direito de passagem de veículos e pedestres em cruzamentos mediante a utilização de indicadores luminosos.

Critérios de utilização



Os critérios para a seleção de semáforos como forma de controle de um cruzamento baseiam-se no volume do tráfego, no número de aproximações, volume de pedestres, índice de acidentes, progressão de veículos através de vários cruzamentos com semáforos, na existência de áreas congestionadas e na combinação desses critérios.



São Paulo, na época do estudo



-Semáforos veiculares:

- cruzamentos: 4110

- piscantes: 683

-Semáforos de pedestres com botoeiras:

- 507 locais

Lâmpada incandescente com filamento reforçado



A lâmpada incandescente com filamento reforçado é projetada para resistir às vibrações de trânsito, possuindo o filamento posicionado de tal forma a situar-se sobre o foco da parábola dos refletores dos semáforos, sendo que sua vida média é maior do que as lâmpadas incandescentes convencionais.



Lâmpada incandescente com filamento reforçado



Tabela:

Potência [W]	Tensão [V]	Fluxo Luminoso [lm]	Vida [horas]
64	127	665	3000
100	127	1260	3000

Fonte: GE iluminação

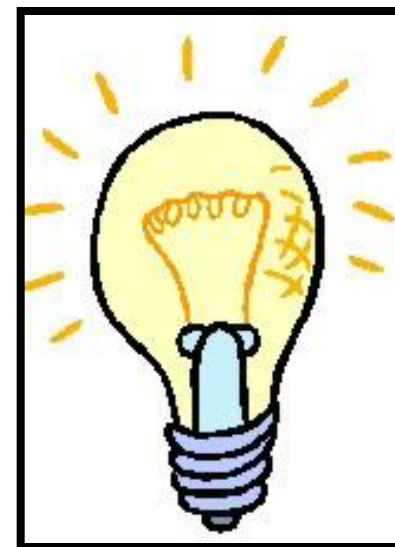


Lâmpada incandescente com filamento reforçado



Preço (na época do estudo):

R\$ 3,00



Semáforos a LED

Fotos:



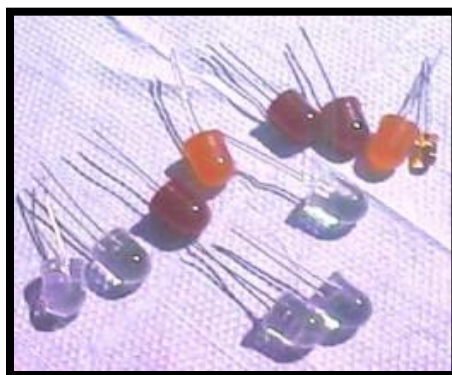
Semáforos a LED

Definição:



LED significa emissão de luz por diodo, e consiste em um semicondutor de luz.

Quando ativada por uma baixíssima corrente, a junção dos elementos emite luz num comprimento de onda definido.



Semáforos a LED

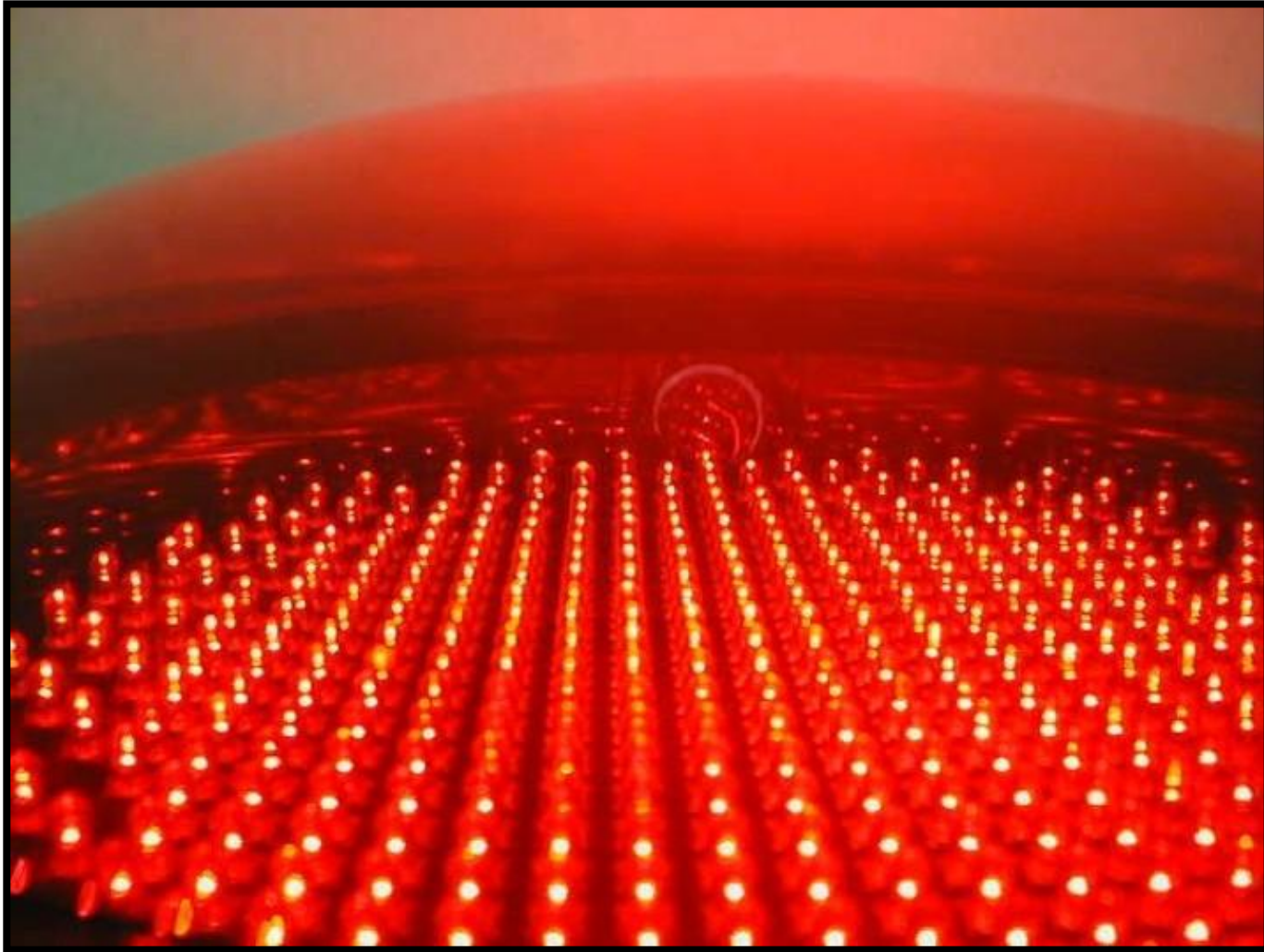


LED utilizado:

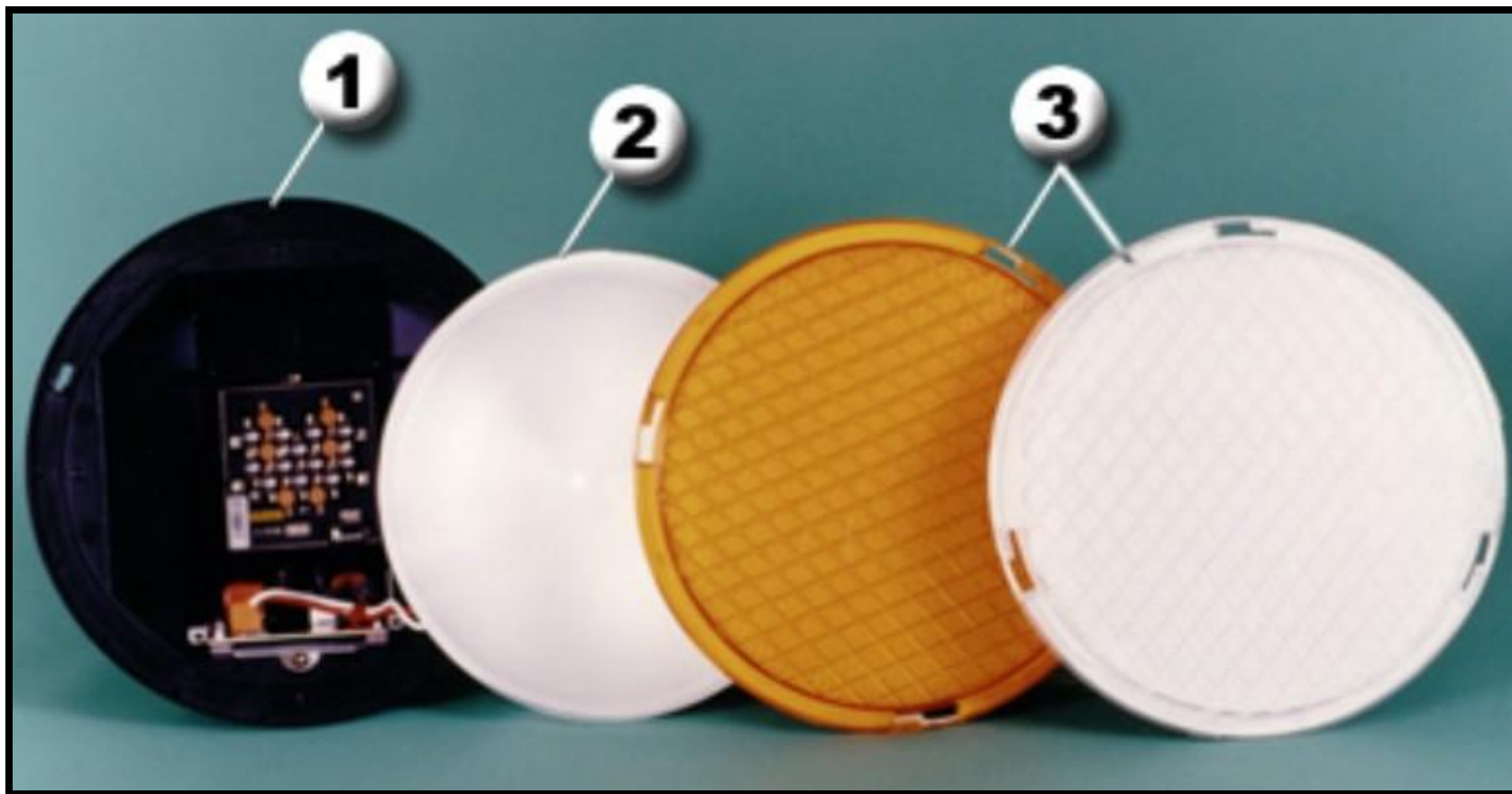
O LED tipo AlInGaP devido ao seu bom desempenho, tem sido utilizado na constituição da chamada “lâmpada” de LEDs. Este equipamento é constituído fundamentalmente por um conjunto que pode ir de 18 a 250 LEDs, um disco ou placa que os suporta, uma lente que permite a uniformização do brilho em toda a coroa circular e um conversor de corrente alternada/corrente contínua.

AlInGap: Aluminum-Indium-Gallium-Phosphorus

Lâmpada de LEDs



Lâmpada de LEDs



1.Módulo Elétrico; 2.Lente de Fresnel; 3.Lentes Prismáticas

Lâmpada de LEDs



- ✚ Potência → 7 W;
- ✚ Tensão → 127 V, 220 V;
- ✚ Baixa temperatura de trabalho;
- ✚ Elimina “Efeito Fantasma”;
- ✚ Intensidade Luminosa 30% maior que a lâmpada incandescente;
- ✚ Perfeito encaixe no grupo focal.



Lâmpada de LEDs

Durabilidade:

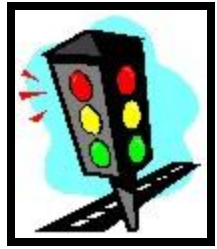


100.000

horas

Lâmpada de LEDs

Confiabilidade:



Segundo ITE → Institute of Transportation Engineers

- Probabilidade de um LED falhar durante sua vida:

0,3%

- Segurança da informação transmitida → até queima de 20% do conjunto de LEDs.

Lâmpada de LEDs

Efeito fantasma:

De acordo com os testes realizados pelo Departamento de Transportes do Estado da Califórnia, tanto em campo como em laboratório, o índice de reflexão da luz do sol quando se encontra atrás do observador é 50% mais baixo na lâmpada de LEDs do que na convencional. Esta diferença permite na prática a eliminação da falsa impressão de uma lâmpada indevida estar ligada (efeito fantasma), evitando muitos acidentes.



Lâmpada de LEDs

Preço (na época do estudo):



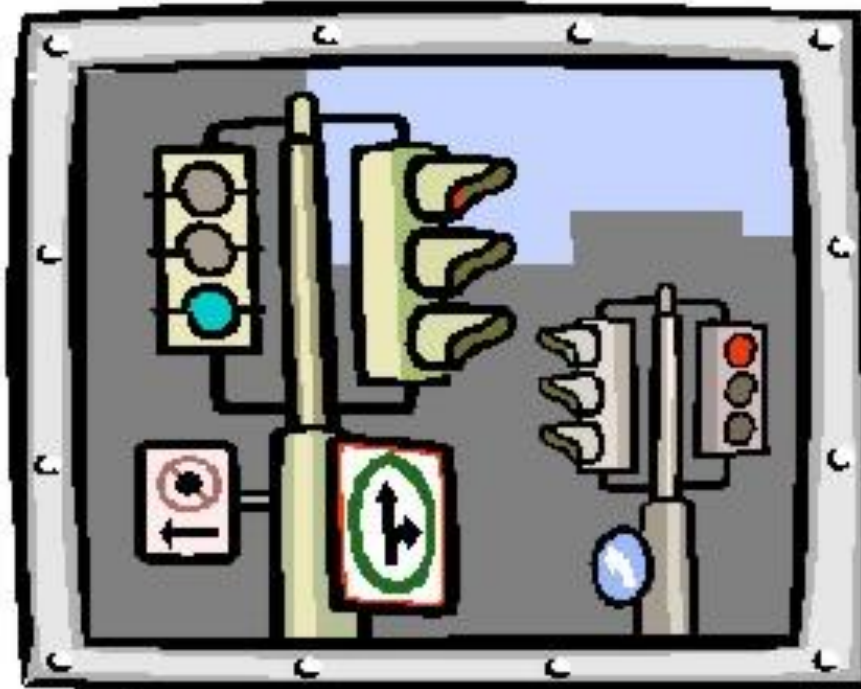
R\$ 500,00

Metodologia



Cruzamentos:

- Alfonso Bovero x Apinagés → tecnologia convencional.
- Radial Leste x Hipódromo → tecnologia a LED.



Medições

Analizador de energia:



Medições



Alfonso Bovero x Apinagés → tecnologia convencional.



Medições



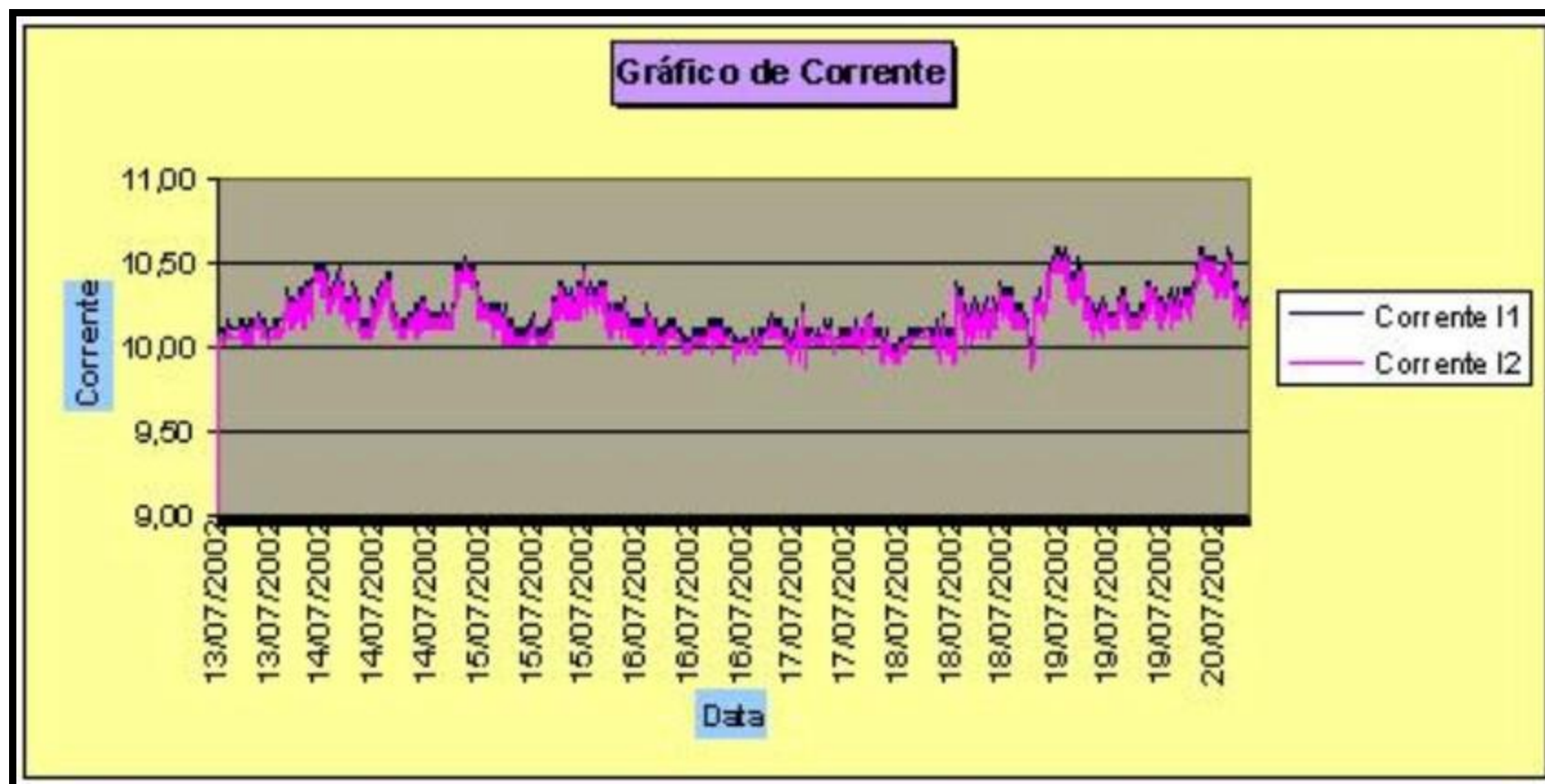
Alfonso Bovero x Apinagés → tecnologia convencional.



Medições



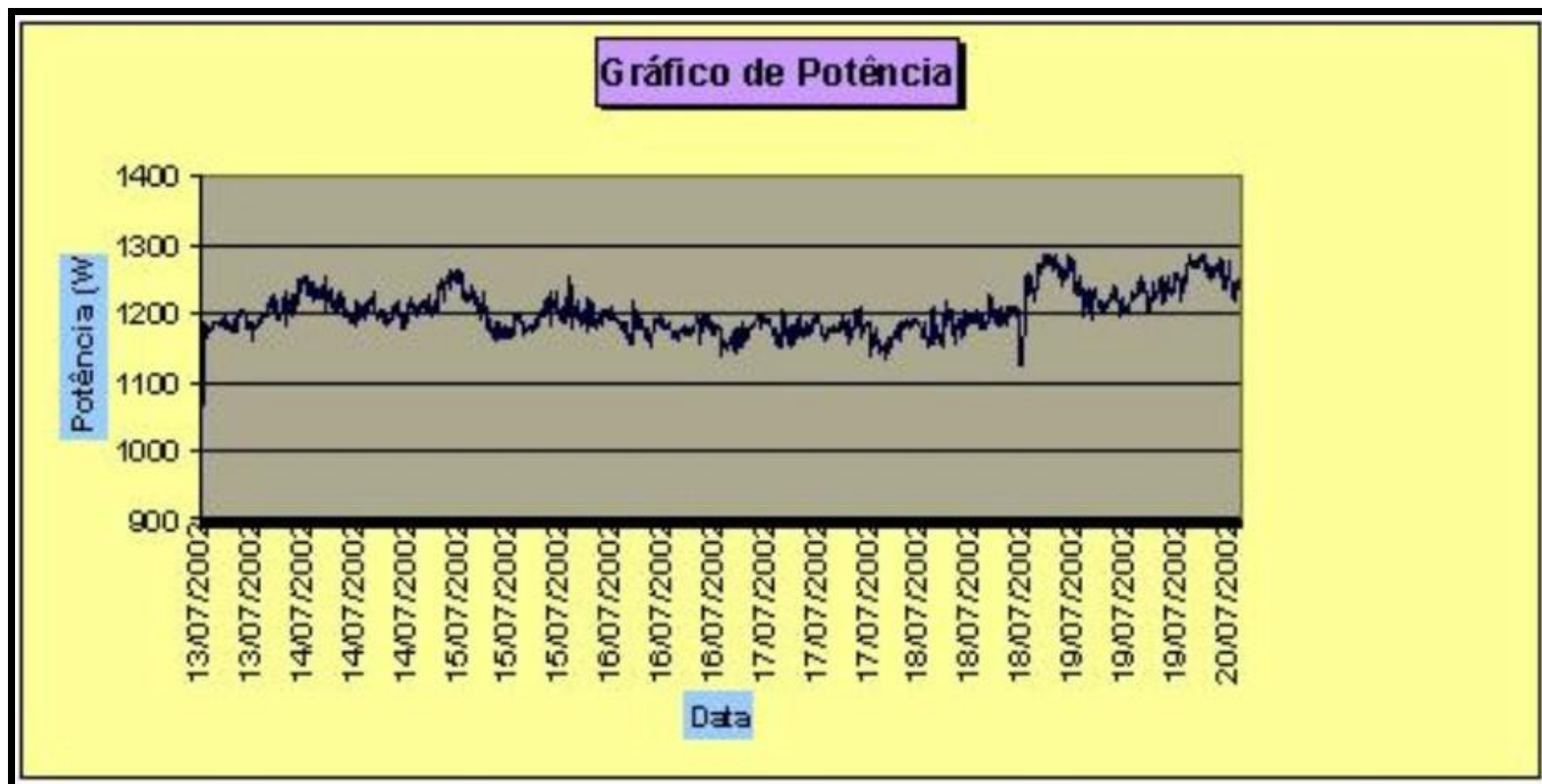
Alfonso Bovero x Apinagés → tecnologia convencional.



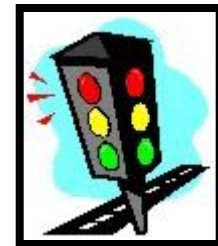
Medições



Alfonso Bovero x Apinagés → tecnologia convencional.



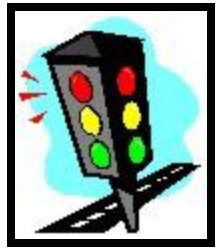
Medições



Alfonso Bovero x Apinagés → tecnologia convencional:

- + Período de Medição: 13/07/02 a 20/07/02**
- + Quantidade de Lâmpadas: 21 – $P_{nom}= 64\text{ W}$**
- + Comando: eletromecânico**
- + Variação de tensão: min. 114,18V; max. 120,31V**
- + Pot. Ativa total: min. 940,62W; max: 1263,28W**
- + Fator de potência: 1**
- + Interrupções de energia: 0**
- + Tempo de medição: 10.025 min**
- + Energia registrada: 201.180 Wh**
- + Energia mensal estimada: 867 kWh**

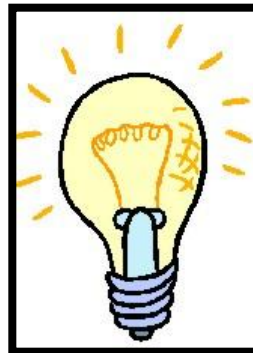
Medições



Alfonso Bovero x Apinagés → tecnologia convencional;

Consumo mensal por lâmpada:

41,28 kWh



Medições

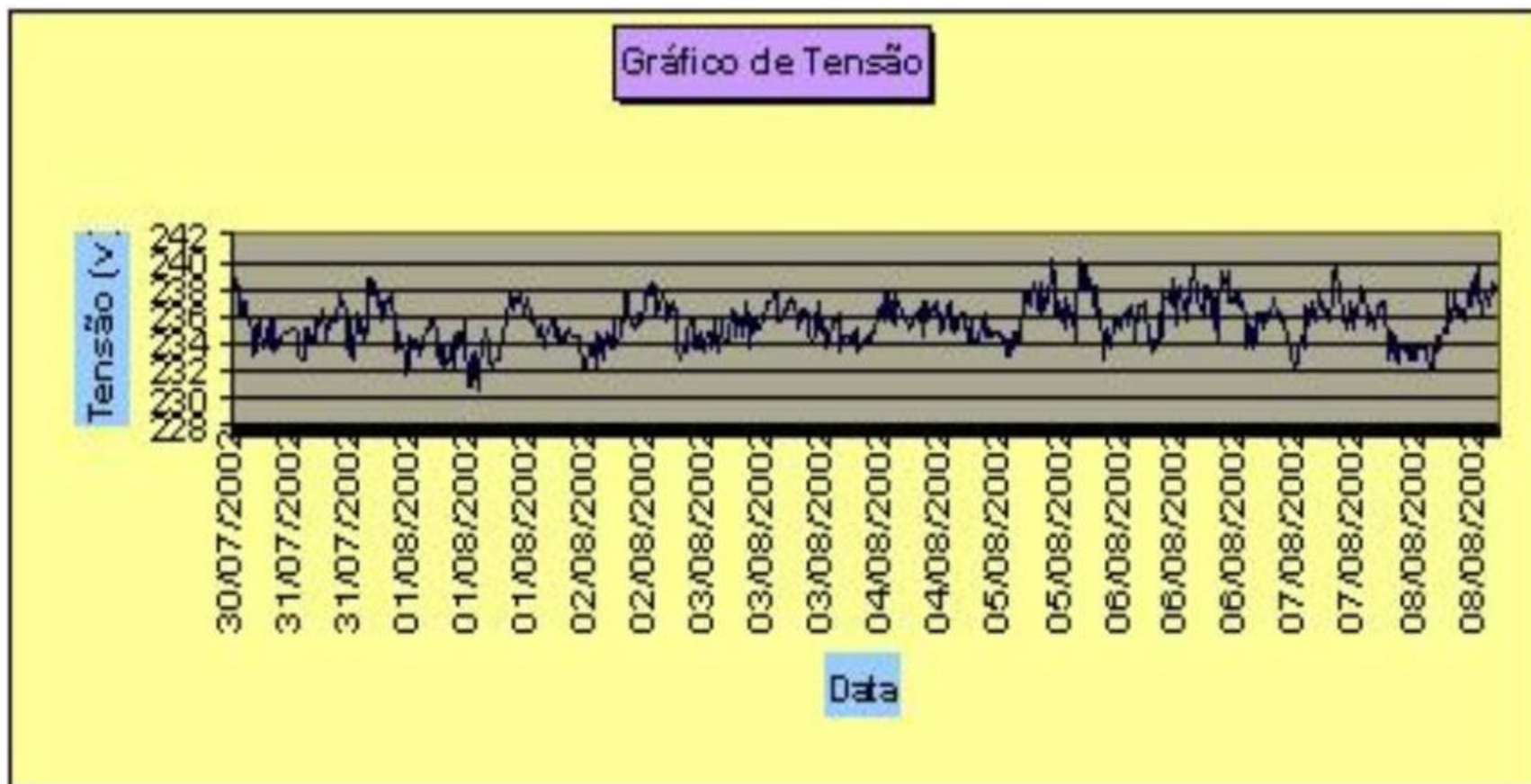
Radial Leste x Hipódromo → tecnologia a LED.



Medições



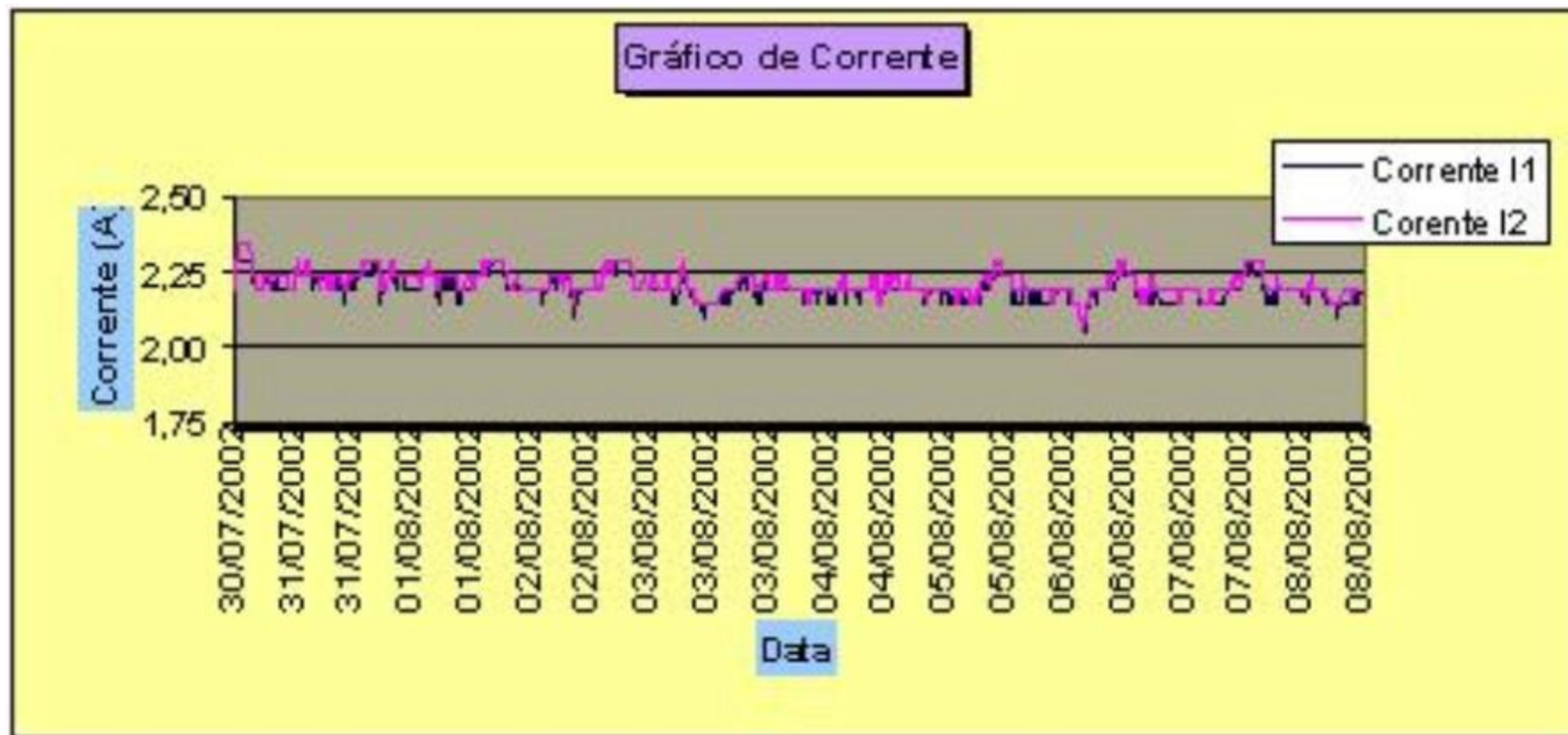
Radial Leste x Hipódromo → tecnologia a LED.



Medições



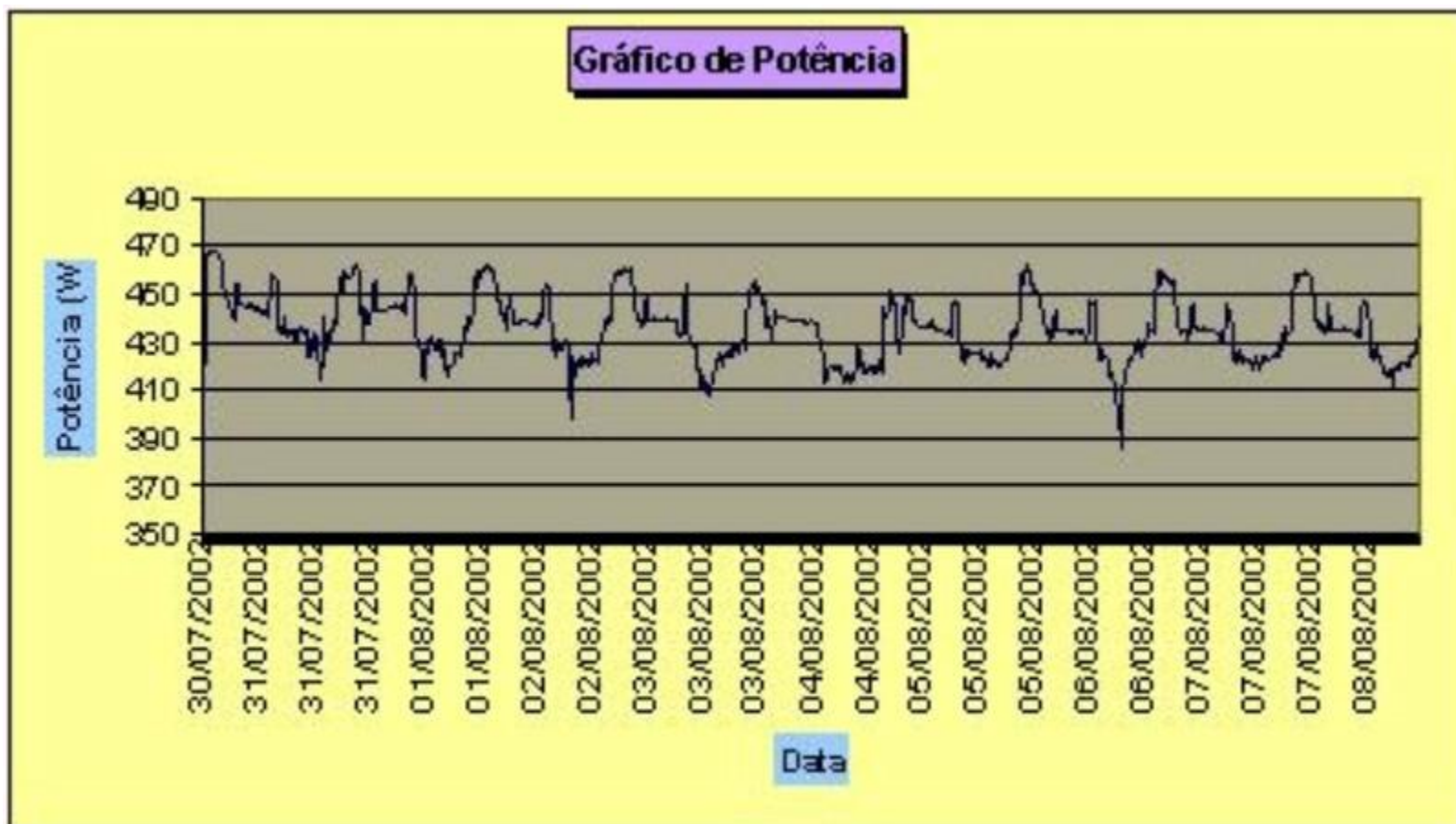
Radial Leste x Hipódromo → tecnologia a LED.



Medições



Radial Leste x Hipódromo → tecnologia a LED.



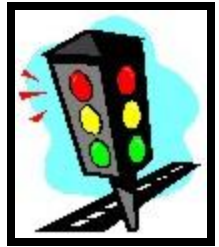
Medições



Radial Leste x Hipódromo → tecnologia a LED.

- + Período de medição: 30/07/02 a 08/08/02
- + Quantidade de lâmpadas (LED): 88 - $P_{nom} = 7W$
- + Comando: eletrônico
- + Variação de tensão: min. 230,56 V ; max. 240,25 V.
- + Potência ativa total: min. 373,43 W ; max. 467,96 W.
- + Fator de potência: 0,84
- + Interrupções de energia: 0
- + Tempo de medição 12855 min
- + Energia registrada: 93.540 Wh
- + Energia mensal estimada: 314,34 kWh.

Medições



Radial Leste x Hipódromo → tecnologia a LED.

Consumo mensal por lâmpada LED:

3,57 kWh

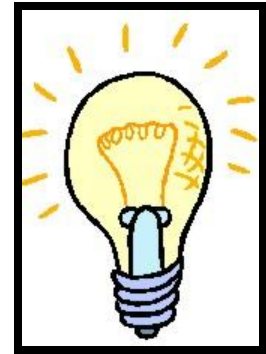


Medições

Consumo mensal por lâmpada:



41,28 kWh



X

3,57 kWh



Estudo de viabilidade econômica:



1. Estudo comparativo considerando o custo de reposição das lâmpadas incandescentes.

	INCAND.	LED
Potência [W]	58	5
Vida [horas]	3.000	100.000
Preço [R\$]	3,00	500,00
Preço da Substituição [R\$]	0,00	0,00
Total [R\$]	3,00	500,00
Período Análise [anos]	11	

TRI → 7,22 anos

TIR → 14%

Estudo de viabilidade econômica:



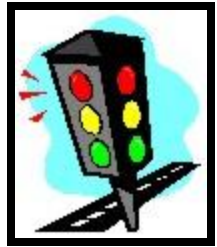
2. Estudo comparativo considerando o custo de reposição das lâmpadas incandescentes e o preço de cada substituição.

	INCAND.	LED
Potência [W]	58	5
Vida [horas]	3.000	100.000
Preço [R\$]	3,00	500,00
Preço da Substituição [R\$]	12,00	12,00
Total [R\$]	15,00	512,00
Período Análise [anos]	11	

TRI $\rightarrow$ 0,14 anos

TIR $\rightarrow$ 19,3%

Estudo de viabilidade econômica:

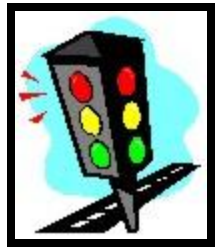


3. Estudo comparativo considerando o custo de reposição das lâmpadas incandescentes e o preço de cada substituição. Caso real → CET

	INCAND.	LED
Potência [W]	58	5
Vida [horas]	3.000	100.000
Preço [R\$]	3,00	500,00
Preço da Substituição [R\$]	60,00	60,00
Total [R\$]	63,00	560,00
Período Análise [anos]	11	

TIR → 41,3%

Conclusões:



- **Medições em campo demonstraram que o custo da energia utilizada pelos semáforos a LED chegou a ser 12 vezes inferior ao semáforo com lâmpada incandescente.**
- **A análise econômica demonstrou o rápido retorno de investimento para a substituição de tecnologias.**
- **A substituição da tecnologia incandescente pela LED é altamente viável, não se efetuando somente pelo fato do investimento inicial ser ainda muito alto.**

Referências Bibliográficas:



[1] **LED**, A luz do futuro. Revista Lumière n.40. Agosto 2001. pp. 68-71

[2] **COBRASIN**

[3] **CET** – Companhia de Engenharia de Tráfego

[4] **GE** – General Electric – Catálogo de Lâmpadas

[5] **LUZES DO FUTURO** – Revista Lumière n.62. Junho 2003. pp 48-51

[6] **ABNT** – Projeto NBR 7995 – Sinalização Semafórica – Grupo focal
semafórico em alumínio – Fevereiro 2002.

[7] **LUXEON** – Power Light Source – Technical Data