

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
CAMPUS CORNÉLIO PROCÓPIO  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM AUTOMAÇÃO  
INDUSTRIAL

FABIANA REGINA VIEIRA

**ESTUDO DA VARIAÇÃO DE TENSÃO SOBRE O DESEMPENHO  
DA LÂMPADA INCANDESCENTE**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CORNÉLIO PROCÓPIO

2014

FABIANA REGINA VIEIRA

ESTUDO DA VARIAÇÃO DE TENSÃO SOBRE O DESEMPENHO DA  
LÂMPADA INCANDESCENTE

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentado à disciplina de Trabalho de Diplomação como requisito parcial para a conclusão do Curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como obtenção do título de Tecnólogo.

Orientador: Prof. Me. Marco Antonio Ferreira Finocchio

CORNÉLIO PROCÓPIO

2014

**FABIANA REGINA VIEIRA**

**ESTUDO DA VARIAÇÃO DE TENSÃO SOBRE O DESEMPENHO DA  
LÂMPADA INCANDESCENTE**

Trabalho de conclusão de curso apresentado às 20h do dia 04 de novembro de 2014 como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Automação Industrial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Me. Marco Antônio Ferreira Finocchio  
Professor Orientador  
UTFPR/ Campus Cornélio Procópio

---

Esp. Carlos Alberto Paschoalino  
Professor Convidado  
UTFPR/ Campus Cornélio Procópio

---

Esp. Edmar Piacentini Junior  
Professor Convidado  
UTFPR/ Campus Cornélio Procópio

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

A meu pai Luiz Carlos Vieira.  
Ao irmão André Luiz Trevizan.

## **AGRADECIMENTOS**

- Primeiramente a Deus por me abençoar em todos os dias de viagem, por ter me dado forças, sabedoria e persistência para poder concluir esse curso.

- Aos amigos que fiz durante essa jornada: André, Giancristian, Márcio, Rogério Nakao, Karolina, Grayce, Poliane, Anderson, Ronaldo, Emerson, Marcos, Arlindo, Ailton, Leandro, Aline, Rogério e Amaurílio pelo apoio e incentivo nos momentos difíceis.

- Ao meu orientador Professor Me. Marco Antonio Ferreira Finocchio por ter me orientado e estar sempre disposto a me ajudar para que fosse possível a conclusão desse trabalho.

- A minha banca composta pelos Professores Especialistas Carlos Alberto Paschoalino e Edmar Piacentini Junior por terem acreditado na elaboração desse trabalho e pelas valiosas dicas que agregaram conteúdo ao mesmo.

## RESUMO

Este presente trabalho tem como objetivo estudar a variação de tensão sobre o desempenho da lâmpada incandescente. Analisando o comportamento do fluxo luminoso, a potência dissipada, a sua vida média e a eficiência luminosa são afetadas em função da tensão aplicada. Os ensaios e serão obtidos com o auxílio do uso de um transformador variador de tensão, um wattímetro, um amperímetro e um voltímetro. A confirmação da análise será efetuada por cálculos relacionados às grandezas de interesse.

**Palavras-chave:** Lâmpada incandescente, variação de tensão, vida útil da lâmpada.

## ABSTRACT

This present work aims to study the voltage variation on the performance of the incandescent lamp. Analyzing the behavior of light flow, power dissipation, their average life and the luminous efficiency are affected depending on the applied voltage. The tests and are obtained with the aid of using a variable voltage transformer, a power meter, an ammeter and a voltmeter. The confirmation of the analysis will be performed by calculations relating the magnitudes of interest.

**Keywords:** Incandescent light bulb, voltage variation, lamp life.

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
1.1 JUSTIFICATIVA .....	13
1.2 OBJETIVO .....	14
1.3 ESCOPO DO TRABALHO .....	14
<b>2 MATERIAL E MÉTODO.....</b>	<b>15</b>
2.1 LÂMPADA INCANDESCENTE .....	15
2.2 TRANSFORMADOR VARIADOR DE TENSÃO (VARIAC) .....	16
2.3 AMPERÍMETRO .....	17
2.4 WATTÍMETRO .....	17
2.5 VOLTÍMETRO.....	19
<b>3 ESTUDO DA VARIAÇÃO DA TENSÃO E RESULTADOS.....</b>	<b>21</b>
3.1 FLUXO LUMINOSO .....	21
3.2 POTÊNCIA DISSIPADA.....	22
3.3 EFICIÊNCIA LUMINOSA .....	23
3.4 VIDA ÚTIL.....	25
<b>4 CONCLUSÃO .....</b>	<b>26</b>
<b>REFERÊNCIA .....</b>	<b>28</b>



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Lâmpada incandescente .....	13
Figura 2: Componentes da lâmpada incandescente .....	15
Figura 3: Transformador variador de tensão (variac) .....	16
Figura 4: Amperímetro .....	17
Figura 5: Wattímetro.....	19
Figura 6: Voltímetro.....	20
Figura 7: Esquemática para teste da lâmpada.....	21
Figura 8: Tensão x Fluxo luminoso. ....	22
Figura 9: Tensão x Potência. ....	23
Figura 10: Tensão x Eficiência luminosa.....	24
Figura 11: Tensão x Vida útil.....	25

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tensão x Fluxo luminoso.....	22
Tabela 2 – Tensão x Potência.....	23
Tabela 3 – Tensão x Eficiência lumiosa.....	24
Tabela 4 – Tensão x Vida útil.....	25

## LISTA DE SIGLAS

A – Ampere

W - Watts

V- Volts

# 1 INTRODUÇÃO

A luz é indispensável para qualquer ser vivo, basta abrir os olhos e deixá-la entrar para poder sentir e ver. A luz, ou luz visível como é fisicamente caracterizada, é uma forma de energia radiante.

Energia radiante é aquela que se propaga na forma de ondas eletromagnéticas, dentre as quais se pode destacar as ondas de rádio, TV, microondas, raios X, raios gama, radar, raios infravermelho, radiação ultravioleta e luz visível.

Existem diferentes fontes de luz que podem ser classificados em naturais e artificiais. O sol é a principal fonte de luz natural na terra. Em fontes artificiais temos a luz elétrica de uma lâmpada, a luz de uma vela, lâmpada de óleo, entre outros.

A luz que percebemos tem como característica sua frequência que vai da faixa de  $4 \cdot 10^{14}$  Hz (vermelho) até  $8 \cdot 10^{14}$  Hz (violeta). Esta faixa é a de maior emissão do Sol, por isso os órgãos visuais de todos os seres vivos estão adaptados a ela, e não podem ver além desta, como por exemplo, a radiação ultravioleta e infravermelha.

Dentre os vários métodos de visualização da luz, a lâmpada incandescente será o foco principal deste trabalho.

A lâmpada é um dispositivo elétrica que transforma energia elétrica em energia luminosa e/ou energia térmica. Em 1809, o químico inglês Humphry Davy inventa a primeira lâmpada elétrica. Sua lâmpada de arco liga os fios a uma bateria de um lado e uma tira de carvão do outro lado.

Em 1874 os inventores canadenses Henry Woodward e Mathew Evans registram a patente para uma lâmpada incandescente que consiste em varas de carbono em um cilindro de vidro cheio de nitrogênio. Eles vendem a patente para o Thomas Edison em 1879. Já em 1880 a equipe de Edison atualiza a lâmpada com um filamento de bambu carbonizado que pode queimar mais de 1200 horas. Na ideia comprada por Edson, o filamento só queimava 40 horas.

Hoje as lâmpadas incandescentes possuem uma proteção de vidro boro-silicato, cuja finalidade é impedir a oxidação do filamento de tungstênio aquecido em contato com o oxigênio, proteção essa que denominamos bulbo.

O bulbo normalmente é preenchido com algum gás inerte como o argônio, ou o nitrogênio sob baixa pressão cuja a finalidade é reduzir o efeito de sublimação do filamento devido a alta temperatura.

Em média, estima-se que em torno de 10% da energia consumida no país, passe pelo filamento de uma lâmpada incandescente, razão pela qual qualquer alteração de potência no projeto das lâmpadas incandescentes fabricadas no país tem reflexos importantes sobre a demanda de energia elétrica.

Segundo (SILVA, 2004), a luz gerada numa lâmpada incandescente produz muito calor e apenas 10% da energia consumida é transformada em luz e os outros 90% são energia térmica, por isso se torna tão ineficiente energeticamente. Na Figura 1 é observada uma lâmpada incandescente padrão.



Figura 1 – Lâmpada incandescente.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

As lâmpadas incandescentes podem mudar suas características se a tensão aplicada for diferente da sua tensão nominal. Essa variação de tensão na rede é totalmente relevante, pois se a variação for acima da nominal, o consumo de energia será maior com a emissão de mais luz, assim encurtando a vida útil das lâmpadas. Se for menor que a tensão nominal, a potência será menor e a lâmpada perderá luminosidade.

A vantagem de utilizar lâmpada incandescente é por causa de seu baixo custo além de ter uma boa reprodução de cores. Sua ligação é imediata sem necessidade de dispositivos auxiliares.

Porém, há desvantagem em utilizar lâmpadas incandescentes, pois apresenta baixa eficiência luminosa, somente 5% da energia elétrica são transformados em luz e os demais 95% são transformados em calor. Por isto, ao tocar na lâmpada acesa ela é excessivamente quente. As lâmpadas incandescentes são as fontes de luz menos eficiente produzidas atualmente.

## 1.2 OBJETIVO

O objetivo desta monografia é apresentar um estudo sobre a variação de tensão sobre o desempenho da lâmpada incandescente. Os aspectos eficiência luminosa e vida útil são os que mais contribuem para a eficiência energética de um sistema de iluminação artificial e devem, portanto, merecer grande atenção.

O fluxo luminoso, a potência dissipada, a sua vida média e a sua eficiência luminosa mudam em função da tensão aplicada e serão encontradas através de cálculos.

## 1.3 ESCOPO DO TRABALHO

O capítulo 1 mostra uma breve apresentação e contextualização do tema.

O capítulo 2 mostra os materiais a serem utilizados para verificação do comportamento da lâmpada incandescente frente à variação de tensão.

O capítulo 3 apresenta o estudo da variação com os cálculos do fluxo luminoso, potência dissipada, eficiência luminosa e vida útil e seus respectivos resultados.

O capítulo 4 apresenta conclusão com sugestões para trabalhos futuros na área de iluminação envolvendo outros tipos de lâmpadas.

## 2 MATERIAL E MÉTODO

Neste capítulo serão apresentados os materiais utilizados para a verificação da variação da tensão.

### 2.1 Lâmpada incandescente

A produção de luz numa lâmpada incandescente é obtida pela elevação da temperatura de um filamento até um valor capaz de produzir irradiação na porção visível do espectro; isto é alcançado pela ação de aquecimento da corrente elétrica. Para que o filamento não queime, ele é encerrado num bulbo de vidro, em cujo interior se produz vácuo (lâmpadas de baixa potência) ou se introduz um gás inerte (média e grande potência).

A lâmpada incandescente é formada pelas seguintes partes apresentadas na Figura 2.

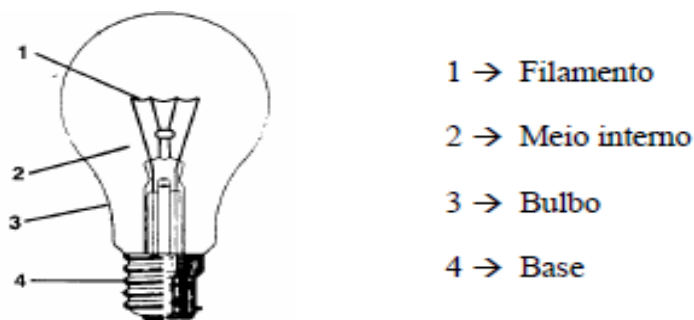


Figura 2 – Componentes da lâmpada incandescente.

A seguir são descritas cada uma destas partes:

- Filamento: Quanto maior a temperatura do filamento, maior será a porção da energia irradiada na região visível do espectro e maior a eficácia da lâmpada. Para que se consiga uma boa eficácia luminosa o material do filamento deve apresentar um elevado ponto de fusão, baixa pressão de vapor, alta resistência e ductibilidade.

- Bulbo: O filamento de uma lâmpada incandescente é colocado em um invólucro de vidro selado, chamado bulbo. O bulbo poderá ser transparente, branco ou colorido.
- Meio interno: É introduzido dentro do bulbo um gás inerte que cria uma pressão interna, diminuindo assim a evaporação do filamento. Nitrogênio e argônio são os gases mais comumente usados.
- Base: A base serve para fixar a lâmpada ao seu suporte, fazendo a ligação desta com o circuito elétrico de alimentação. Existem bases do tipo Edison (ou roscadas) e do tipo Baioneta (ou de encaixe), fabricadas geralmente de latão, alumínio ou níquel.

## 2.2 TRANSFORMADOR VARIADOR DE TENSÃO (VARIAC)

Os reguladores de tensão foram desenvolvidos para conservação de energia dos produtos sendo utilizados para regular tensão, controlar temperatura, velocidade e luminosidade. Suas principais aplicações são: aquecimento (controle de temperatura); controle de intensidade luminosa em lâmpadas incandescentes; acionamento de motores CA; partida suave de motores de indução; compensação de reativos em sistemas de potência (RCT, CCT).

A Figura 3 apresenta o transformador variador de tensão utilizado no experimento para variar a tensão.



Figura 3 – Transformador variador de tensão (variatic).



## 2.3 AMPERÍMETRO

O amperímetro é o instrumento de medida da amplitude da corrente elétrica, ao contrário do processo de medição da tensão, a medição de uma corrente elétrica é feita de modo que a corrente percorra o instrumento (ligação em série). Um amperímetro ideal caracteriza-se pela capacidade de medir a corrente sem incorrer em qualquer queda de tensão entre os seus terminais. Em outras palavras, o amperímetro ideal não deve apresentar qualquer resistência à passagem de corrente.

A Figura 4 apresenta um modelo de amperímetro utilizado para realizar a medição de corrente.



Figura 4 – Amperímetro.

## 2.4 WATTÍMETRO

O wattímetro é um instrumento de medição que utiliza o princípio eletrodinamométrico. A bobina fixa ou de campo, é utilizada em série com a

carga. A bobina móvel ou de potencial, é utilizada em paralelo com a carga. Pode ser aplicado na medição de potência de carga (diferença entre a potência direta e a refletida); medição da potência de saída de um transmissor; teste de linhas de transmissão, atenuadores, filtros; medições de casamento de impedâncias; potência direta e inversa ou sinais modulados em amplitude, medidas em Watts ou dBm; potência de pulso. Um wattímetro faz um trabalho complexo, medindo a potência que flui através de um circuito elétrico. Ele mede simultaneamente os valores de tensão e corrente e multiplica-os para obter a potência em watts. Os três principais tipos de wattímetro são:

- **Wattímetro Eletrodinâmico:** funcionam por meio de três bobinas: duas fixadas em série com a carga elétrica, e uma bobina móvel, em paralelo com ela. As bobinas em série fazem a medida da corrente que flui através do circuito, enquanto a bobina em paralelo mede a tensão. Um resistor em série limita a corrente através da bobina móvel. Ele está situado entre as duas bobinas fixas e é ligado a uma agulha indicadora. Os campos magnéticos em todas as três bobinas influenciam o movimento da agulha. A mola da agulha retorna a zero quando não há corrente ou tensão presente. Este processo é simples, confiável e robusto, embora as bobinas possam superaquecer.
- **Wattímetro Eletrônico:** um circuito eletrônico mede a corrente e tensão, multiplica os dois no outro circuito, e fornece o resultado como uma corrente ou de tensão proporcional ao movimento do medidor padrão.
- **Wattímetro Digital:** mede corrente e tensão eletronicamente milhares de vezes por segundo, o que multiplica os resultados em um chip de computador para determinar os watts. O computador também pode executar as estatísticas, como de pico, média, baixa e de quilowatts-hora consumidos. Eles podem monitorar a linha de energia para encontrar picos de tensão e interrupções.

A Figura 5 mostra o modelo de wattímetro empregado para realizar as medições.



Figura 5 – Wattímetro.

## 2.5 VOLTÍMETRO

O instrumento de medida da diferença de potencial elétrico (tensão elétrica). É dotado de duas extremidades de medição por meio das quais se pode medir a tensão nos terminais de uma fonte de tensão constante, entre dois pontos quaisquer de um circuito elétrico ou ainda entre qualquer ponto e a referência.

A ligação de um voltímetro ao circuito é de tipo paralela. O mesmo é dizer que durante a medição o instrumento constitui um caminho paralelo ao elemento ou circuito a medir. Um voltímetro ideal apresenta na entrada uma resistência elétrica de valor infinito, de modo que a corrente que o percorre é nula, não se estabelecendo uma diferença de potencial no aparelho. Tal

característica garante a não interferência do aparelho no funcionamento do circuito.

Nos voltímetros analógicos, a diferença de potencial é indicada pela posição de um ponteiro, após ter-se escolhido uma escala adequada de leitura. Atualmente existe uma grande variedade de voltímetros analógicos e digitais, e é uma das múltiplas funções de um voltímetro.

Na Figura 6 é possível observar o modelo de voltímetro utilizado para as medições.



Figura 6 – Voltímetro.

### 3 ESTUDO DA VARIAÇÃO DE TENSÃO E RESULTADOS

O circuito elétrico proposto para verificação do comportamento das lâmpadas ensaiadas está representado na Figura 7.

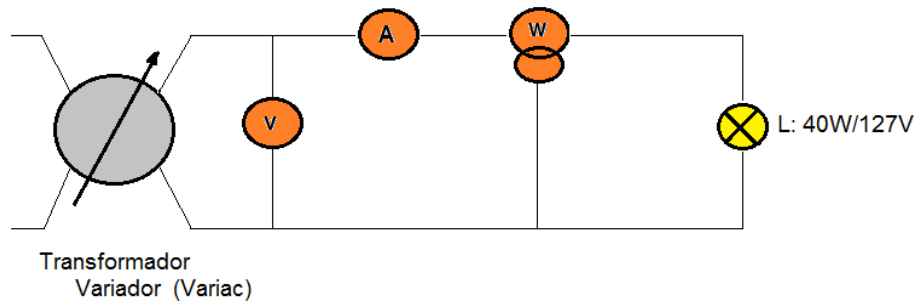


Figura 7 – Esquemático para teste da lâmpada.

As lâmpadas incandescentes podem mudar suas características se a tensão aplicada for diferente da sua tensão nominal. O fluxo luminoso, a potência dissipada, a sua vida média e a sua eficiência luminosa mudam em função da tensão aplicada e serão apresentadas nos próximos itens.

#### 3.1 FLUXO LUMINOSO

É a quantidade total de luz emitida a cada segundo por uma fonte luminosa. A unidade de medida do fluxo luminoso é o lúmen (lm), representado pelo símbolo  $\Phi$ . Sendo o fluxo estimado pela Equação (1):

$$\phi_{real} = \phi_{nominal} \cdot \left( \frac{V_{aplicada}}{V_{nominal}} \right)^{3,4} \quad (1)$$

Utilizando a Equação (1) e variando a tensão aplicada para acima e para abaixo entorno do valor nominal de 127V, foi possível verificar o comportamento do fluxo luminoso conforme apresentados na Tabela1:

Tabela 1- Tensão x Fluxo luminoso.

Tensão [V]	Fluxo luminoso [lm]
130	558
129	544
128	530
127	516
124	472
120	418
115	350

O comportamento da variação do fluxo luminoso pode ser observado na Figura 8, onde se verifica que para uma tensão abaixo da nominal ocorre uma diminuição da intensidade luminosa. Já para um aumento da tensão aplicada há também um aumento da intensidade luminosa.

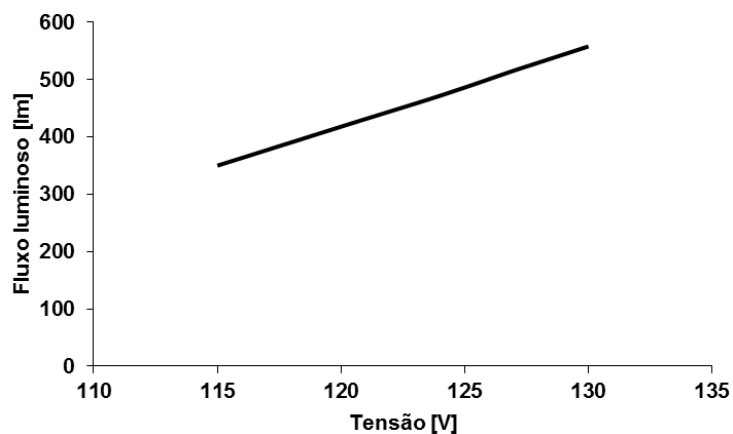


Figura 8 - Tensão x Fluxo luminoso.

### 3.2 POTÊNCIA DISSIPADA

É a relação que observa qual é a maneira com que opera um equipamento elétrico, onde a energia é transformada em calor por unidade de tempo. A unidade de medida da potência dissipada é o watt (w), representado pelo símbolo  $P$ .

$$P_{real} = P_{nominal} \cdot \left( \frac{V_{aplicada}}{V_{nominal}} \right)^{1,6} \quad (2)$$

Com a aplicação da Equação (2) e efetuando a variação da tensão nominal entorno do valor nominal da lâmpada que é de 127V. Tornou-se possível verificar o comportamento da potência segundo a Tabela 2:

Tabela 2- Tensão x Potência.

Tensão [V]	Potência [W]
130	41,5
129	41
128	40,5
127	40
124	39
120	37
115	34

Na Figura 9 é possível observar que com a tensão abaixo da nominal a potência dissipada é baixa, e com a tensão aplicada à cima da tensão nominal há um aumento gradativo da potência.

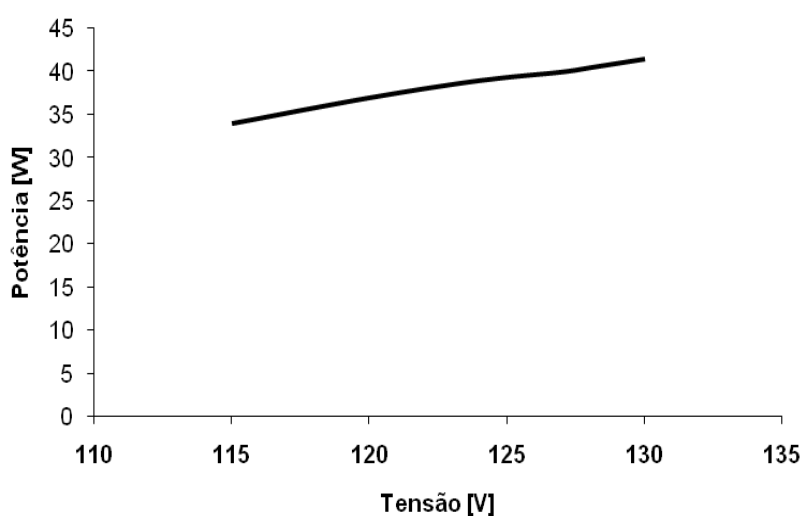


Figura 9 - Tensão x Potência.

### 3.3 EFICIÊNCIA LUMINOSA

É a razão entre o fluxo luminoso por uma fonte de luz e a potência elétrica consumida no processo, em outras palavras, uma maior eficiência energética significa mais luz com menos consumo de energia. A unidade de

medida da eficiência luminosa é o lúmen/watt (lm/W), representado pelo símbolo  $\eta$ .

$$\eta_{real} = \eta_{nominal} \cdot \left( \frac{V_{aplicada}}{V_{nominal}} \right)^{1,9} \quad (3)$$

Variando a tensão aplicada conforme a Tabela 3 e a tensão nominal em 127V, obteve-se através da Equação (3) os seguintes resultados apresentados na tabela abaixo.

Tabela 3- Tensão x Eficiência luminosa

Tensão [V]	Eficiência luminosa [lm/W]
130	13,4
129	13,3
128	13,1
127	12,9
124	12,1
120	11,3
115	10,3

A variação da eficiência luminosa observada na Figura 10 mostra que quanto maior for a tensão aplicada, maior será seu rendimento, pois com a tensão abaixo da nominal sua eficiência luminosa é reduzida.

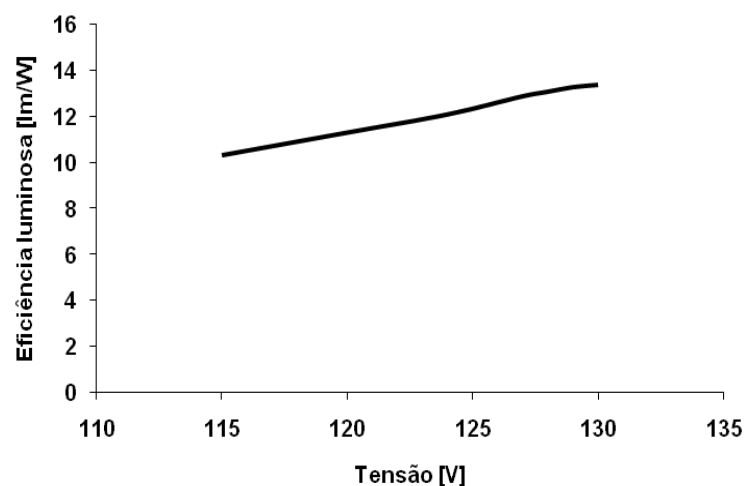


Figura 10 - Tensão x Eficiência luminosa.



### 3.4 VIDA ÚTIL

É o tempo recomendado para uso de uma lâmpada mantendo sua eficiência luminosa. É definida através do tempo em horas, no qual cerca de 25% do fluxo luminoso das lâmpadas testadas foi depreciado. A unidade de medida da vida útil é expressa em horas (h), representado pelo símbolo  $L$ .

$$L_{real} = L_{nominal} \cdot \left( \frac{V_{aplicada}}{V_{nominal}} \right)^{-13} \quad (4)$$

Através da Equação (4) foram obtidos os resultados apresentados na Tabela 4, mantendo a tensão nominal em 127V e variando a tensão aplicada.

Tabela 4- Tensão x Vida útil.

Tensão [V]	Vida útil [h]
130	541
129	602
128	672
127	750
124	1000
120	1600
115	2850

Pode-se observar na Figura 11 que quando a tensão aplicada é menor que a tensão nominal a vida útil da lâmpada incandescente torna-se longa, já para a tensão maior que a nominal o tempo de vida é bem reduzido.

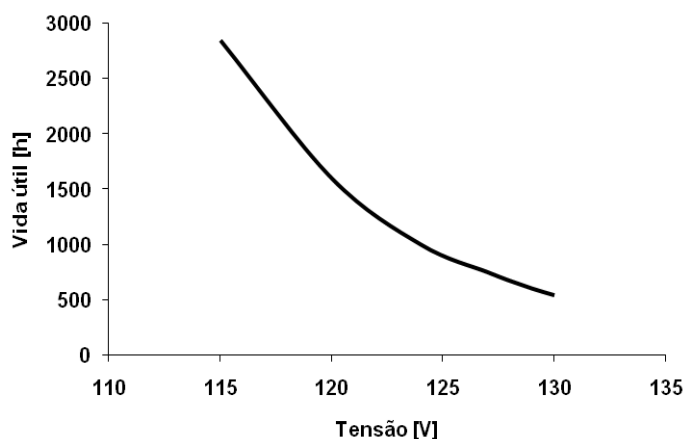


Figura 11 - Tensão x Vida útil.

## 4 CONCLUSÃO

Este trabalho procurou analisar o comportamento da variação da tensão sobre o desempenho da lâmpada incandescente, bem como o comportamento das grandezas elétricas e luminotécnicas de interesse.

Conforme a fundamentação teórica do trabalho pode-se notar que a variação de tensão influencia diretamente no desempenho da lâmpada incandescente.

Observou-se que, com a tensão aplicada abaixo da tensão nominal há uma diminuição na intensidade do fluxo luminoso. Isso também ocorre com a potência dissipada, que quanto menor for sua tensão, menor será sua potência.

Porém, com relação à eficiência luminosa, quanto maior for a tensão aplicada em relação à tensão nominal, maior rendimento.

A vida útil da lâmpada incandescente apresenta um melhor desempenho quando sua tensão aplicada foi menor que a tensão nominal, iluminando por mais tempo.

A luz dos resultados apresentados evidencia que a lâmpada incandescente não é sustentável, pois gasta mais energia, ilumina menos e tem vida útil menor com o aumento da tensão, além de produzir muito calor (5% luz e 95% calor) e CO<sub>2</sub>.

A Portaria Interministerial 1.007 dos Ministérios de Minas e Energia (MME), da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), publicada em 31 de dezembro de 2010, fixou índices mínimos de eficiência luminosa para fabricação, importação e comercialização das lâmpadas incandescentes de uso geral em território brasileiro.

Neste trabalho foi utilizado um conjunto de lâmpadas incandescentes de 40W para os testes, e segundo a determinação do Governo Federal elas não poderão mais serem comercializadas conforme o previsto: para fabricação e importação até 30 de junho de 2015; para comercialização (fabricante e importador) até 30 de dezembro de 2015 e para comercialização (atacadista e varejo) até 30 de junho de 2016.

A substituição das lâmpadas incandescentes por outro tipo de lâmpada é imprescindível aos olhos do Governo, pois, além de requisitar mais eletricidade e sobrecarregar as fontes geradoras, aquece mais o ambiente.

Uma lâmpada incandescente de 40W usa 95% da sua energia para esquentar, agravando o efeito estufa e gerando a necessidade de condicionadores de ar e ventiladores.

Entretanto a notícia do fim das lâmpadas incandescentes não foi vista com bons olhos por muitos e existem opiniões diversas sobre o assunto. Muitos questionam sobre o valor de compra, pois as lâmpadas incandescentes tem um valor acessível em comparação com outros tipos de lâmpadas. Outros apontam ainda, para o fato de outras lâmpadas serem compostas por metais pesados, assim poluindo o meio ambiente com o descarte indevido.

Apesar de outros tipos de lâmpadas serem mais caras, o custo/benefício em longo prazo compensa, pois, elas são bem mais econômicas que as lâmpadas incandescentes. Tal medida foi tomada pelo Governo em virtude da procura por eficiência energética, para que haja um menor gasto de energia elétrica.

Como sugestões para de trabalhos futuros são apresentados os seguintes temas para investigação:

- Ampliar o estudo como outros tipos de lâmpadas;
- Traçar um comparativo de sistemas de iluminação;
- Estudar o comportamento de lâmpadas com respeito da geração de harmônicas;
- Estudar de forma efetiva o comportamento das lâmpadas LED's em termos da vida útil e a evolução da sua intensidade luminosa ao longo do tempo.

## REFERÊNCIA

Edukavita. **Luz - definição, conceito, significado, o que é luz.** Disponível em <<http://edukavita.blogspot.com.br/2013/04/luz-definicao-conceito-significado-o.html>> Acesso em 09 de Maio. 2014.

ELETROBRÁS. **Centro de memória de eletricidade do Brasil.** Disponível em <<http://www.memoria.elektrobras.gov.br/main.asp>> Acesso em 16 de Nov. 2011.

FILHO, Oscar. **Quem inventou a lâmpada.** Disponível em <<http://oscarfilho.terra.com.br/2013/03/quem-inventou-a-lampada>> Acesso em 24 de Jun. 2014.

FINOCCHIO, Marco Antonio Ferreira; CAGNON, José Angelo. **Contribuição ao estudo do fator de potência de consumidores de baixa tensão.** XII Simpósio de Iniciação Científica da Unifil. Londrina, 2004.

JUNIOR, Marco A. C.; NOBRE, Eduardo C.; SILVA, Sinval L. **Eficiência Máxima Consultoria.** Disponível em <<http://www.eficienciamaxima.com.br/como-economizar-energia-eletrica-na-iluminacao>> Acesso em 17 de Set. 2014.

Óptica – **Fundamentos. Luz - Comportamento e princípios.** Disponível em <<http://www.sofisica.com.br/conteudos/Otica/Fundamentos/luz.php>> Acesso em 14 de Abr. 2014.

PROCEL (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica). **Manual de Conservação de Energia Elétrica: Condomínios Residenciais.** 3º ed. Eletrobrás, 2001. 32p.

PROCEL. **Pesquisa ELETROBRÁS de posse de equipamentos e hábitos de uso, ano base 2005, classe residencial,** Relatório, Brasil. 2007.

SILVA, M. L. da, **Luz, Lâmpadas e Iluminação.** Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2004.