



FÁBIO RICARDO CREMA

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E SUAS IMPLICAÇÕES

Ponta Grossa
2019

FÁBIO RICARDO CREMA

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E SUAS IMPLICAÇÕES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Unopar como requisito parcial para a obtenção do título de graduado em Engenharia Elétrica.

Orientador: Fernando Emerenciano Nunes de Oliveira.

FÁBIO RICARDO CREMA

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E SUAS IMPLICAÇÕES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Unopar, como requisito parcial para a obtenção do título de graduado em Engenharia Elétrica.

BANCA EXAMINADORA

Prof(a). Titulação Nome do Professor(a)

Prof(a). Titulação Nome do Professor(a)

Prof(a). Titulação Nome do Professor(a)

Ponta Grossa, 07 de abril de 2019.

Dedico este trabalho a minha esposa, fiel amiga e companheira, há quem muito tem me ajudado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela vida e por me permitir concluir mais um projeto.

Gratifico - me pela vida da minha esposa Taise Crema e pela vida dos meus filhos aos quais me incentivaram e me ajudaram nos difíceis momentos encontrados durante a realização deste curso.

Agradeço aos meus pais pelos constantes estímulos e agrados.

Aos professores que me ajudaram durante todo o processo de formação e ao meu orientador pela assistência, contribuições e correções.

A educação tem raízes amargas, mas os seus frutos são doces.

Aristóteles.

CREMA, Fábio Ricardo. **Eficiência energética e suas implicações**. 2019. 20. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Unopar, Ponta Grossa, 2019.

RESUMO

Esta pesquisa enfatiza a eficiência energética por meio da utilização de lâmpadas que apresentam um menor consumo em sua utilização, em seguida se dará um breve comparativo entre as lâmpadas de maior e menor eficiência como também, o material de sua fabricação para o devido descarte. Será abordada a dependência do homem na utilização da energia elétrica e as principais situações que afetam no consumo desenfreado de energia, como a utilização dos equipamentos eletrônicos, a satisfação na melhor qualidade de vida pela utilização de equipamentos que consomem energia elétrica. Por fim, a necessidade da preservação do meio ambiente, tornando-o sustentável com o descarte correto das lâmpadas e seus componentes. O objetivo é incentivar a compra e o consumo dos equipamentos de iluminação que degradam menos o meio ambiente e auxiliam nas atividades cotidianas do indivíduo, ressaltando a eficácia de cada tecnologia que envolve o produto e a refusão exata que o consumidor deve realizar.

Palavras-chave: Eficiência; Energia; Iluminação; Meio Ambiente.

CREMA, Fábio Ricardo. **Energy efficiency and its implications**. 2019. 20. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Unopar, Ponta Grossa, 2019.

ABSTRACT

This research emphasizes the energy efficiency through the use of light bulbs that have a lower consumption in its use, then a brief comparative between the bulbs of greater and smaller efficiency as well as the material of its manufacture for the proper discarding. It will be addressed the dependence of man on the use of electric energy and the main situations that affect the uncontrolled consumption of energy, such as the use of electronic equipment, satisfaction in the best quality of life by the use of equipment that consume electric energy. Finally, the need to preserve the environment, making it sustainable with the correct disposal of the lamps and their components. The objective is to encourage the purchase and consumption of lighting equipment that degrade the environment less and assist in the daily activities of the individual, highlighting the effectiveness of each technology that involves the product and the exact remelting that the consumer must perform.

Key-words: Efficiency; Energy; Lighting; Environment.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Hierarquia do desenvolvimento da iluminação	19
Figura 2 – Ondas de tensão (V) e corrente elétrica (I) em fase.....	21
Figura 3 – Expressão do fator de potência.....	22
Figura 4 – Expressão da potência.....	23
Figura 5 – Visão humana	27

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
2. A ASCENSÃO DA LUZ SOLAR À ELETRICIDADE.....	16
3. CORREÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA	20
4. O DESCARTE CORRETO DE LÂMPADAS PARA PRESERVAÇÃO DO MEIO AMBIENTE	25
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	29
REFERÊNCIAS.....	30

1. INTRODUÇÃO

A eficiência energética é um tema de suma importância na relação de consumo de energia elétrica e meio ambiente de modo a associar o conforto e a qualidade de vida do indivíduo de forma sustentável. A abrangência do termo eficiência energética significa gerar a mesma quantidade de energia elétrica com menos recursos naturais ou até mesmo, realizar o mesmo trabalho, como definido pela física, com a utilização de menos eletricidade.

Este trabalho também visa informar à capacidade que cada comunidade pode promover para o uso mais eficaz da energia buscando utilizar lâmpadas de menor consumo conforme a fabricação e o processo tecnológico de cada uma, como também, na utilização de equipamentos mais eficientes que minimizem os recursos energéticos para proporcionar menor consumo de energia útil.

Um ponto central deste projeto é apresentar maneiras de se consumir eletricidade utilizando tecnologias que preservem o menor uso de recursos naturais possíveis, ou seja, conhecer as tecnologias empregadas nas lâmpadas, desde seu processo histórico que enfatiza a necessidade crescente da humanidade na dependência inicial da iluminação, apresentado no capítulo um, como também, no segundo capítulo, as maneiras de correção do fator de potência para minimizar os custos com a energia útil e dimensionar melhor o consumo residencial, por fim, no terceiro capítulo, se discorrerá os benefícios que ocorrem no meio ambiente quando cada cidadão realiza o devido descarte das lâmpadas e a correta conscientização do consumo de eletricidade.

O processo de otimização dos recursos energéticos impacta no consumo residencial e industrial quanto nas questões financeiras, devido a menor quantidade de KW consumidos, do mesmo modo na sensibilização do uso adequado dos recursos naturais para as demais gerações, é no dia a dia que as crianças e os adolescentes aprendem a economizar eletricidade e dar a devida importância a este bem.

O principal problema que se encontra é, em virtude do progresso social e econômico, a demanda de bens de consumo, a alta disponibilidade de tecnologias e a crescente na degradação ambiental, como propor a união entre a utilização das tecnologias sem degradar o meio ambiente?

Esta pergunta é notória e de grande relevância, portanto, este trabalho analisa e propõe as técnicas existentes na questão de iluminação, desde os tipos de materiais envolvidos na sua elaboração como no devido descarte. Tem-se por objetivo demonstrar os métodos de utilização da iluminação desde a pré-história até a atualidade ressaltando o uso eficiente e sustentável de energia elétrica.

A importância do estudo sobre eficiência energética se dá em virtude de todos os benefícios gerados, como a sustentabilidade, a preservação do meio ambiente, o consumo correto e eficiente de energia que por fim, dimensionará os custos e um decréscimo dos valores das faturas de energia.

Por meio desta problemática, esta pesquisa apontará as ações de desenvolvimento sustentável potencializando a eficiência energética que resultará na correta utilização dos recursos naturais e consumo consciente.

O tipo de pesquisa realizada neste trabalho foi uma revisão de literatura, com a utilização de livros, dissertações e artigos científicos selecionados através de busca nas seguintes bases de dados (livros, sites de banco de dados, entre outros). O período dos artigos pesquisados foram os trabalhos publicados nos últimos 5 anos. As palavras-chaves utilizadas foram eficiência, energia, iluminação e meio ambiente.

2. A ASCENSÃO DA LUZ SOLAR À ELETRICIDADE

No decorrer do desenvolvimento da humanidade é notável a aceleração pelos mais variados bens de consumo e a necessidade da utilização da eletricidade. Entretanto, um fator primordial a se observar é qual a maneira de se utilizar a iluminação, natural ou artificial, de modo eficiente a começar pelos tipos de materiais utilizados na fabricação de lâmpadas, as tecnologias envolvidas para dimensionar sua potência, o devido tempo de consumo para que estes sejam empregados de maneira sustentável e economicamente viável.

A origem se dá com a luz solar, um fator importante para a perpetuação da vida na Terra das espécies humana, vegetal e animal. Na espécie animal a luz solar é essencial para compor as cadeias alimentares da Terra e realizar reações orgânicas como a absorção das vitaminas do Complexo D, nos vegetais, há a realização da fotossíntese para fornecer oxigênio e alimento para o ecossistema (SILVA JR. & SASSON, 1999).

Principal fonte de luz, o sol foi por um longo período o único elemento a proporcionar a iluminação no período pré – histórico da vida humana que se somou a necessidade do domínio do fogo, uma vez que o homem necessitava diretamente da luz natural para suas atividades diárias. Este período marca a história da iluminação que possibilitou o transporte do fogo por tochas (BAIMA, 2014).

Outras técnicas foram desenvolvidas, como utilização da gordura animal na qualidade de primeiro líquido a ser empregado na iluminação, em seguida as primeiras velas construídas com fibras vegetais que atingiram seu ápice na Idade Média, considerando as velas como artigo de luxo. Em virtude da matéria-prima na fabricação das velas ser o sebo animal, impossibilitava a sua produção em larga escala o que tornava o produto mais caro e de acesso a pessoas de grande poder aquisitivo.

As velas foram utilizadas até o século XVI, quando surge uma nova fonte de iluminação, as lamparinas, que desenfream um significativo aumento da pesca da baleia para extração do óleo cuja permanência de iluminação poderia durar horas, dias ou até meses. Somente com a descoberta do petróleo, por volta do século XVII, se deixou de utilizar o óleo das baleias para o consumo por querosene, derivado do petróleo. Este se tornou uma forma de energia mais barata, para a utilização do

querosene servia-se uma lâmpada diferenciada que continha uma camisa de tório, um metal natural moderadamente radioativo que quando aquecido no ar se inflamava e produzia uma luz branca, brilhante e intensa (ILUMINAÇÃO, 2016).

Em 1783, o suíço Pierre Argand desenvolveu uma lâmpada que possibilitava uma dupla corrente de ar na qual era composta por um pavio inserido no interior de uma chaminé de vidro, por onde passava uma corrente de ar ascendente que auxiliava na combustão, esta foi à primeira lâmpada a combustível. Posteriormente, em 1792, o engenheiro escocês Willian Murdoch, inicia a processo de armazenamento de um determinado fluido obtido através da destilação do carvão fóssil que o possibilitou iluminar a sua residência e sua fábrica em Redruth (CHAGAS, 2012).

No século XVIII, Van Helmont verifica que da combustão de sódio se separava uma substância a qual denominou de gás. Por conseguinte, John Clayton submeteu, em um recipiente, o gás originário da queima do carvão e o acendeu produzindo assim uma fonte de iluminação. Por este motivo, o gás foi distribuído em tubulações até as residências e locais públicos. A figura 1 apresenta o ciclo da iluminação na pré-história até as a invenção das lâmpadas de led.

Figura 1 - Hierarquia do desenvolvimento da iluminação.



Fonte: Iluminação (2016).

Inserido neste ciclo evolutivo, encontra-se Alessandro Volta, físico italiano da Universidade de Paiva, em 1779, observou que pela união de alguns metais era possível obter propriedades elétricas, ou seja, utilizou-se de placas de prata, zinco e de papelão embebido em água salgada e os empilhou, em várias camadas, verificou conseqüentemente um fluxo contínuo de eletricidade nos extremos do aglomerado. Por esta demonstração, Volta cria a primeira célula elétrica, uma fonte contínua de eletricidade antecessora das primeiras baterias secas utilizadas atualmente. A investigação do físico introduziu novas direções ao estudo e pesquisa da elétrica e da química (FRAZÃO, 2015).

Neste período, em meados de 1793, o físico e matemático André-Marie Ampère pesquisa sobre a teoria matemática dos jogos de azar, que o faz ficar conhecido no mundo científico possibilitando sua inserção como instrutor de matemática na Escola Politécnica de Paris. Por conseguinte, publicou artigos científicos de inúmeros assuntos, entre eles, cálculo, química, óptica e zoologia sendo eleito para o Instituto de Artes e Ciências. Um de seus principais trabalhos estava relacionado com a eletricidade e o magnetismo. Ampère colocou paralelamente dois condutores, bastões metálicos; o primeiro ficava suspenso sobre um gume de facas e equilibrado de tal maneira que poderia se mover enquanto o segundo se encontrava fixo em uma base. Em seguida, ligava os condutores a baterias voltaicas notando então que o condutor móvel ora se aproximava do fixo ora se afastava, essa característica dependia do sentido da corrente elétrica em cada um deles, ou seja, quando as correntes possuíam o mesmo sentido, os condutores se atraíam, quando o sentido da corrente era oposto, os condutores se repeliam. A partir deste experimento, em 1823, Ampère publicou seu notável trabalho sobre eletricidade e magnetismo que mais tarde foi um incentivo para relacionar seu nome à unidade de intensidade da corrente elétrica, o ampere (FRAZÃO, 2016a).

Em 1802, Humphry Davy apresentou a iluminação por intermédio de um fio de platina, ao ser percorrido por uma corrente elétrica. No ano de 1808, o cientista apresenta a emissão de luz, originário da ligação da corrente elétrica de um eletrodo para outro, ao unir dois fios aos pólos de uma pilha, presos a uma barra de carvão na extremidade de cada ponto, vinculados a pedaços de carvão, separando-os em seguida (CAMPOS, 2012).

Observando os efeitos que ocorria no carvão, mediante a transformação da energia térmica em energia luminosa, Thomas Edison, em 1879, utilizando-se do carvão para queimar sob a forma de filamento verificou que, quando exposto ao ar, o filamento se consumia rapidamente. Utilizou esta técnica para criar uma lâmpada para gerar luminosidade ao se inserir o fio de carvão no interior de um receptáculo de vidro, entretanto, não foi Edison que criou a primeira lâmpada eficiente, mas sim Lewis Howard Latimer, inventor negro que criou e patenteou o processo para fazer o filamento de carbono que possibilitou maior tempo de vida útil das lâmpadas incandescentes e financeiramente viável (MORAIS, 2017). Adiante, ocorreu à substituição do carvão por tantálio, e este por tungstênio e assim, para aumentar a durabilidade da lâmpada, substituiu-se o vácuo no interior do tubo por nitrogênio, depois argônio e por fim criptônio.

Na mesma época, Paul Jablochhoff baseia-se nos efeitos provocados pelo arco voltaico e elabora as primeiras luminárias elétricas que, mais tarde, foram aperfeiçoadas alterando nas características das luminárias e lâmpadas a fim de prover maior durabilidade e menor custo. Outras lâmpadas originárias foram a de gás de neon, que emite luz vermelha - amarelada, lâmpadas de mercúrio, sódio e de vapores metálicos (CAMPOS, 2012).

O desenvolvimento dos métodos de iluminação deu-se devido à necessidade do homem, em aproveitar não somente a luz natural, mas também os períodos noturnos não estando limitado a realizar suas tarefas do nascer ao por do sol. Segundo Munari (1968, p.32), este processo significou “aos homens da possibilidade de criar um segundo mundo, onde podem prolongar a própria existência e as possibilidades de conhecimento”, ou seja, ressalta o domínio dos mecanismos de produção da eletricidade e do controle da luminosidade.

3. CORREÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA

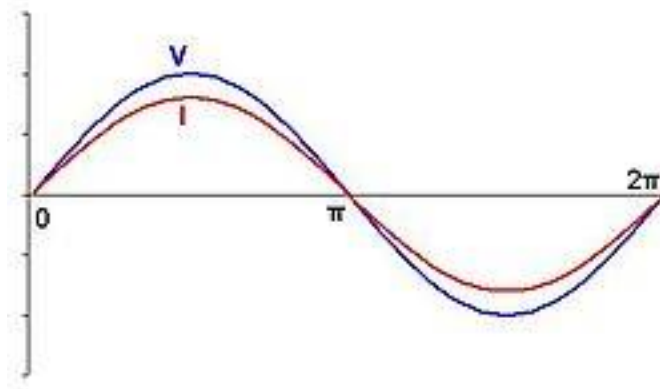
O fator de potência é uma associação entre a potência ativa e a potência reativa que tem como efeito a energia ativa e reativa. É um parâmetro que indica a eficiência de como a energia está sendo utilizada, para isso, é importante a correção do fator de potência, também denominado de compensação reativa de energia, sua aplicação é significativa em virtude deste elemento ser uma obrigação legal sob a pena de multas se houver excedente reativo.

Em ambientes industriais e residenciais, o fator de potência de um sistema elétrico é operado em corrente alternada, cuja representação se dá pela razão da potência real ou potência ativa e pela potência total ou aparente. A maioria das cargas das unidades consumidoras consome energia reativa indutiva através de motores, transformadores, reatores para lâmpadas de descarga, entre outros equipamentos. As cargas indutivas são consequência de um campo eletromagnético que para seu funcionamento, necessitam da potência ativa e potência reativa.

A potência ativa é a parcela que realiza trabalho em determinado período de tempo, ou seja, a potência que realmente é utilizada em uma unidade consumidora responsável por gerar calor, luz, movimento e alimentar aparelhos eletroeletrônicos nas residências, sua medida é expressa em Watts e o tempo utilizado pelas concessionárias de energia é a hora, por isso as faturas são expressas em KW/h em função da quantidade de energia gasta por hora no mês.

De modo distinto, a potência reativa é a medida de energia armazenada que será devolvida para a fonte a cada ciclo de corrente alternada, expressa por uma onda senoidal como consta na figura 2. Esta energia é utilizada para criar e manter campos elétricos e magnéticos das cargas indutivas, elementos estes necessários para o funcionamento de certos tipos de cargas como os retificadores industriais, motores elétricos e nos reatores das lâmpadas (SANTOS,2013).

Figura 2 – Ondas de tensão (V) e corrente elétrica (I) em fase.



Fonte: Santos (2013).

A figura 2 apresenta a carga com característica resistiva, com ângulo de fase em 0° . Na prática, a potência ativa é aplicada na execução do trabalho, movimento dos elétrons, e a potência reativa não produz trabalho, mas aparece entre a carga e a fonte de alimentação que acaba por ocupar um espaço no sistema elétrico que poderia ser aproveitado para a realização do trabalho, quer dizer, fornecer mais energia ativa. Em função destas características, o fator de potência é a razão entre a potência ativa e a potência aparente indicando a eficiência do uso da energia, portanto, quando se têm um fator de potência alto indica uma boa eficiência quanto ao uso de energia, porém, se o fator de potência corresponde a um valor baixo indica baixa eficiência energética (SANTOS, 2013).

Em circuitos de corrente alternada resistivos, existem ondas de tensão e corrente elétrica em fase como apresentado na figura 2, neste conceito há uma alteração na polaridade no mesmo instante a cada ciclo de onda. Quando se dá a existência de cargas resistivas, ocasionadas pela utilização de capacitores, condensadores ou indutores, o armazenamento de energia nestas cargas produzirá uma alteração ou diferença de fase entre as ondas de tensão e corrente, por ser uma característica deste sistema em retornar a energia armazenada para a fonte e não produzir trabalho, ou energia útil. Em um sistema com baixo fator de potência haverá correntes elétricas maiores para realizar o mesmo trabalho quando comparado a um circuito com fator de potência alto (BUENO, 2011).

Para se determinar o fluxo de potência em circuitos de corrente alternada, utiliza-se os três principais componentes como a potência ativa (P) medida em Watts, potência aparente (S ou N) medida em volt-ampères (VA) e a potência reativa

(Q) medida em volt-ampère reativo (Var). A figura 3 exibe a expressão matemática do cálculo para o fator de potência:

Figura 3 – Expressão do fator de potência.

$$FP = \frac{P}{S}$$

Fonte: Bueno (2011).

A figura 3 é utilizada para se calcular o fator de potência de uma determinada carga, desde que conhecidas às potências ativa e aparente. No caso de perdas de energia elétrica em forma de calor, as perdas são calculadas pelo quadrado da corrente total, em virtude do crescimento destas correntes com o excesso de energia reativa. É possível estabelecer um acréscimo das perdas e o baixo fator de potência gerando o aumento do aquecimento de condutores e equipamentos, como também, problemas inerentes à iluminação, comum em reatores de lâmpadas fluorescentes.

Devido o aumento da corrente em função da elevada energia reativa, pode existir queda de tensão de forma acentuada que ocasionam a interrupção do fornecimento de energia elétrica e a sobrecarga em determinados elementos da rede, por consequência, arrisca-se obter a diminuição da intensidade luminosa das lâmpadas e o aumento de corrente em alguns tipos de motores, inclusive em eletrodomésticos (BUENO, 2011).

É de suma importância que os circuitos industriais realizem a correção do fator de potência, em virtude do predomínio de cargas indutivas presentes em motores de potência elevada. Diferentemente dos motores utilizados nas residências por possuírem baixa potência, por este fator, no consumo residencial não ocorre à cobrança adicional de energia reativa por parte da concessionária (BRITO, 2015). Nas instalações industriais, a empresa de energia elétrica executa a medição da potência ativa e da potência reativa de cada empresa durante tempos, intervalos de tempos pré-determinados, podendo durar esta medição um mês. Quando a equação da potência ativa for dividida pela tensão em função da corrente elétrica, sendo menor que 0,95 neste intervalo de tempo, haverá uma cobrança adicional.

Todo este procedimento é necessário porque a concessionária precisa transportar a energia final, que sai da geração até a distribuição pelas linhas de

transmissão passando por transformadores de alta, média e baixa tensão. Esses cabos elétricos possuem resistência elétrica e ao serem circulados por corrente elétrica, parte desta energia é perdida ou consumida em forma de calor, ou seja, é uma parcela de energia elétrica que não pode ser cobrada do consumidor uma vez que não foi utilizada como produto final.

Do consumidor é possível cobrar a energia a partir da entrada, onde se localiza o medidor de energia no poste da concessionária, desde então, quanto maior a corrente que circula pelos cabos residenciais maior será a fatura de energia em um período de 30 dias. Por isso, quanto maior for o consumo de energia dispendida pelos cabos e linhas de transmissão da concessionária, maior será o seu prejuízo (BRITO,2015).

Por conseguinte, quando as cargas ligadas à rede elétrica são de caráter resistivo, considerando-se equipamentos diversos e com potência elevada como fornos elétricos, aquecedores elétricos, chuveiros, lâmpadas incandescentes, entre outros aparelhos, a potência em Watts é igual ao produto da tensão pela corrente, como expresso na figura 4:

Figura 4 – Expressão da potência.

$$P = V.I$$

Fonte: Brito (2015).

A fórmula é uma representação para o cálculo de qualquer um dos elementos como potência, tensão e corrente elétrica. Sua utilização originou-se das leis de Ohm tão significativas para o conceito e a fundamentação em eletricidade e eletrônica, sua formulação geram gráficos que quando explorados, facilitam a aprendizagem sobre energia elétrica por se tratar de uma equação de primeiro grau, proporcionando que qualquer consumidor possa realizar os cálculos de consumo de energia em seus aparelhos residenciais, sendo, portanto, possível se observar quais aparelhos consomem maior quantidade de energia em determinado tempo. Deste modo, é possível verificar matematicamente os valores das grandezas elétricas em um circuito.

Qualquer circuito elétrico simples é composto a partir das medições de tensão, corrente e resistência, como também, a inclusão de uma fonte geradora e um resistor. Os símbolos que exemplificam tais elementos são (CHINAGLIA, 2013):

- a) Corrente elétrica:
 - a. Unidade: Ampère;
 - b. Símbolo: A;
 - c. Representação: i ou I .

- b) Tensão elétrica ou diferença de potencial (D.D.P.):
 - a. Unidade: Volt;
 - b. Símbolo: V;
 - c. Representação: U ou V.

- c) Resistência elétrica:
 - a. Unidade: Ohm;
 - b. Símbolo: Ω ;
 - c. Representação: R.

Portanto, quando o fator de potência for menor que 0,95 há um problema no consumo de energia seja em ambientes residenciais e industriais, neste caso, é necessário realizar uma operação denominada de correção do Fator de Potência. Quando há cargas indutivas, corrige-se o fator de potência adicionando capacitores em paralelo com as cargas (CHINAGLIA, 2013). Porém se as cargas variam dinamicamente, sendo ligadas ou interrompidas conforme a necessidade do cliente, a correção deve também ser dinâmica.

4. O DESCARTE CORRETO DE LÂMPADAS PARA PRESERVAÇÃO DO MEIO AMBIENTE

Quando se faz necessário o descarte de lâmpadas sempre há uma preocupação em como fazer da maneira correta para que seu material não contamine o meio ambiente por meio do solo, quando depositado em lixeiras comuns ou mesmo na água, no momento em que seu elemento de mercúrio entra em contato com rios e riachos. Além de todos estes fatores, existe a possibilidade de cortes que o vidro pode ocasionar nas pessoas que têm contato com o material, como os garis, ou até mesmo na inalação do mercúrio ou outras substâncias tóxicas prejudiciais às pessoas e ao ecossistema.

Em geral, as lâmpadas incandescentes são produzidas com vidro, metal e o filamento de tungstênio, mesmo não sendo elemento químico, este tipo de lâmpada não são recicláveis uma vez que a composição do seu vidro possui elementos diferenciados, ademais, apresentam pequenas partículas de metal. A venda deste produto é limitada por possuir uma luminosidade dependente do excesso de temperatura, para que sua iluminância seja correta, necessita-se de altos valores de temperatura para que o filamento de tungstênio seja aquecido e libere luz (SILVEIRA, 2017). Entretanto, estas lâmpadas podem ser reaproveitadas como objetos de decoração, vasos e enfeites.

As lâmpadas fluorescentes possuem grande quantidade de elementos químicos nocivos à saúde, sendo o mais prejudicial o mercúrio por ter a característica de um metal pesado e tóxico. Esta substância jamais pode ser inalada ou entrar em contato com olhos, boca e pele por causar intoxicação, tosse, dispneia, dores no peito e até queimaduras. Por este motivo, as lâmpadas fluorescentes são elementos difíceis de reciclar e em contato com rios ocorre a volatilização transferindo o material para a atmosfera, causando prováveis chuvas contaminadas (SILVEIRA, 2017).

Caso ocorra algum acidente se a lâmpada fluorescente quebrar em cima de roupas de cama ou qualquer outro tipo de material que tenha contato direto com o corpo, esta peça não pode mais ser utilizada, mesmo após lavagem. Deve ser descartada, pois a contaminação com o mercúrio a inutilizou.

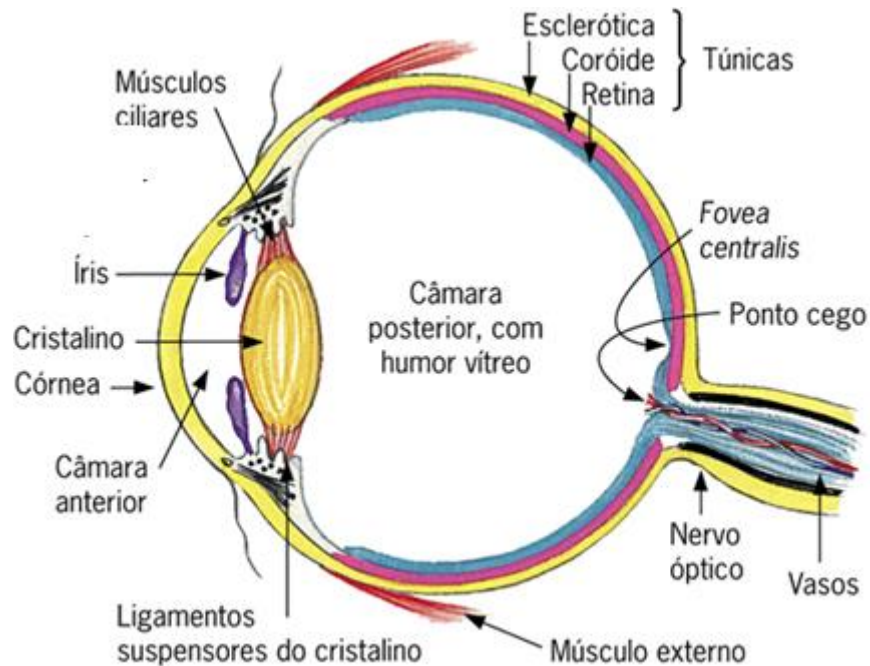
Mas existem lâmpadas que podem ser recicladas como as halógenas ou as lâmpadas LED, mas depende do material utilizado na elaboração do seu bulbo e da necessidade de existirem empresas especializadas em realizar a reciclagem. É importante realizar o descarte das lâmpadas em locais especializados e não descartá-las junto com o lixo comum (TAGIAROLI, 2013).

É notório o crescimento da utilização de lâmpadas, seja para ambientes residenciais, comerciais ou industriais. Entre estas categorias, quando se é definido a luminosidade em ambientes de trabalho é necessário à obtenção de um bom ambiente com a utilização de uma iluminação adequada. Uma correta iluminação dos locais e postos de trabalho tem grande influência, quer na saúde dos trabalhadores, quer no seu rendimento, além de afetar a segurança em geral. Uma iluminação com valores de potência e dimensionamento específico de luminárias colaboram para um local de trabalho sem tensões psíquicas e fisiológicas aos trabalhadores, proporcionando dessa forma um aumento da produtividade, motivação, desempenho geral, entre outros (MENDES, 2016). Quando há uma iluminação deficiente, além de provocar atrasos na execução das tarefas, poderá induzir stress, dores de cabeça, fadiga física e nervosa e aumento no absentismo. Em todo caso, os locais de trabalho devem ser concebidos de modo a privilegiar uma boa visibilidade e incentivar os colaboradores ao devido descarte das lâmpadas, por serem grandes concentradores de substâncias tóxicas e metais pesados. O incentivo das empresas pode iniciar através de cursos, palestras e semanas técnicas de segurança do trabalho a fim de preveni-los caso ocorra algum imprevisto com lâmpadas.

A má iluminação, seja pelo excesso ou escassez de luminosidade, como também, o descarte incorreto das lâmpadas, pode afetar nosso sentido de visão, uma vez que os olhos são altamente sensíveis a estímulos mínimos e detectam a luz de uma estrela longínqua ou a chama de um fósforo em noite clara, a 15 km de distância, portanto, o excesso de iluminância gera fadiga visual, tensão nervosa, dores de cabeça, visão toldada, contrações de músculos, ansiedade, nervosismo, entre outros fatores. É, contudo, muito limitada à faixa de radiação por nós perceptível, estando restrita a uma zona que vai de, aproximadamente, 380 a 740nm, isto é, corresponde as cores do violeta ao vermelho (ALENCAR, 2015).

Para exemplificar melhor sobre a visão humana, a figura 5 apresenta o complexo fenômeno físico dos olhos:

Figura 5 – Visão Humana.



Fonte: Alencar (2015).

Através da figura 5 é possível observar que a visão é um conjunto complexo de fenômenos físicos, fisiológicos e psicológicos, resultante da captação das ondas eletromagnéticas. A energia radiante emitida por uma fonte luminosa ou refletida por um corpo é projetada na retina pelo sistema óptico do cristalino. A íris dilata ou contrai a pupila, controlando assim a quantidade de luz que entra no olho. Na parte posterior da íris o cristalino recebe os raios de luz e muda constantemente a sua forma para permitir a focagem. As excitações luminosas, uma vez transformadas em impulsos bioelétricos nos órgãos de recepção, passam pelos centros nervosos até ao cérebro, que os interpreta permitindo assim a visão de objetos (ALENCAR, 2015).

Um aspecto importante a evitar em termos de Segurança do Trabalho é a fadiga visual, que se manifesta por uma série de sintomas incômodos que vão desde uma visão toldada até dores de cabeça, contração dos músculos faciais e mesmo por uma postura geral do corpo incorreta. A fadiga visual pode ter origem no excesso de atividade do músculo ciliar cristalino ou na retina. Este último caso traduz-se por uma perda de sensibilidade à luz e é motivado pelo estreitamento do campo visual

periférico, com o conseqüente agravamento na percepção das formas e das cores, quando de uma observação prolongada de um alvo fixo (ALENCAR, 2015).

Em meio à sensibilidade do olho humano, grandes seriam os malefícios gerados pela contaminação com o mercúrio, quando do descarte incorreto destas lâmpadas. Por este motivo e outros, na questão ambiental, quando o mercúrio é despejado de maneira irregular em rios, ele volatiliza e passa para a atmosfera, como citado anteriormente, e gera chuvas contaminadas. É possível que microorganismos absorverem o mercúrio, tornando-o orgânico em vez de metálico. Animais aquáticos e plantas podem reter o mercúrio e assim contaminar o meio ambiente sem que exista chance de erradicação. Como exemplo, nos Estados Unidos, o mercúrio é liberado ao longo de duas semanas após seu descarte, são então liberadas na natureza entre duas e quatro toneladas de mercúrio anualmente (MENDES, 2016).

Há empresas que executam os processos de reciclagem em locais especializados, estes órgãos são responsáveis por retirar o mercúrio das lâmpadas fluorescentes de tal maneira a eliminar as contaminações ambientais e intoxicações. Por isso o descarte deve ser bem feito, procurando quais os lugares certos, isolando o material em caso de quebra e avisando sobre o conteúdo entregue.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No desenvolver deste trabalho observou-se que a luz solar é essencial para compor as cadeias alimentares da Terra e realizar reações orgânicas como a absorção das vitaminas. Também é marcado por um período histórico da iluminação que possibilitou o transporte do fogo por tochas e proporcionou o desenvolvimento das velas utilizadas até o século XVI, quando surge uma nova fonte de iluminação, as lamparinas, que desenfream um significativo aumento da pesca da baleia para extração do óleo.

Relata-se o desenvolvimento das lâmpadas que possibilitavam uma dupla corrente de ar na qual era composta por um pavio inserido no interior de uma chaminé de vidro, por onde passava uma corrente de ar ascendente que auxiliava na combustão, esta foi à primeira lâmpada a combustível, posteriormente, surgem outras tecnologias que retratam o início das lâmpadas incandescentes, fluorescentes até as lâmpadas de LED.

Outro ponto importante a ser destacado, é o fator de potência ser uma associação entre a potência ativa e a potência reativa que tem como efeito a energia ativa e reativa. Em ambientes industriais e residenciais, o fator de potência de um sistema elétrico é operado em corrente alternada, cuja representação se dá pela razão da potência real ou potência ativa e pela potência total ou aparente. Portanto, é importante corrigir este fator de potência para que não se desperdice energia e acrescente valores aos consumidores residenciais.

Por conseguinte, observa-se a necessidade do devido descarte de lâmpadas para que não ocorram eventuais danos ao meio ambiente, como a contaminação por mercúrio e metais pesados. Destaca-se a necessidade da inutilização de roupas ou peças que venham ter contato com o mercúrio, caso ocorra à quebra de uma lâmpada, uma vez que não pode mais ser utilizada devido a contaminação, mesmo após lavagem.

Os objetivos deste trabalho foram alcançados de modo a informar sobre a necessidade da correção do fator de potência para evitar gastos desnecessários com a energia elétrica e na necessidade de realizar o descarte em ambientes próprios para lâmpadas a fim de se evitar a contaminação ambiental e prejudicar a saúde do homem.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, José Mário. **Onde fazer o descarte de lâmpadas fluorescentes**. 2015. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/144-descarte-de-lampadas-fluorescentes>>. Acesso em: 04 maio 2019.

BAIMA, Cesar. **Domínio do fogo possibilitou início da 'boemia' na pré-história, diz estudo antropológico**. 2014. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/sociedade/ciencia/dominio-do-fogo-possibilitou-inicio-da-boemia-na-pre-historia-diz-estudo-antropologico-14016031>>. Acesso em: 04 de abr. 2019.

BRITO, Renato Machado de. **Redução de consumo elétrico**. 2015. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/novocref/?contact-pergunta=reducao-de-consumo-eletrico>>. Acesso em: 10 maio 2019.

BUENO, Rubens Machado. **Fator de Potência: Conceitos básicos**. 2011. Disponível em: <<http://www.engeletrica.com.br/novo-site/fatordepotencia-manual-fatorde-potencia.html>>. Acesso em: 04 maio 2019.

CAMPOS, Renata Maria de Araujo. A estética da iluminação cênica na obra da iluminadora Jamile Tormann. **Especialize**, Goiânia, v. 01/2013, n. 5, p.1-14, 01 jul. 2013. Mensal.

CHAGAS, P. (São Paulo). Museu da Lâmpada. **O FOGO: A descoberta que revolucionou a vida humana**. 2012. Disponível em: <<http://www.museudalampada.com.br/o-fogo/>>. Acesso em: 04 abr. 2019.

CHINAGLIA, Daniel. **Laboratório de Física II** [Ebook]. 2013. (1st ed., pp. 30 - 40). Rio Claro: Unesp.

FRAZÃO, Dilva. **Biografia de Alessandro Volta: Alessandro Volta**. 2015. Disponível em: <https://www.ebiografia.com/alessandro_volta/>. Acesso em: 04 abr. 2019.

FRAZÃO, Dilva. **André-Marie Ampère: Biografia de André-Marie Ampère**. 2016a. Disponível em: <https://www.ebiografia.com/andre_marie_ampere/>. Acesso em: 04 abr. 2019.

ILUMINAÇÃO a combustão. 2016. Disponível em: <<http://www.ilunato.com.br/blog?single=Iluminacao-a-Combustao>>. Acesso em: 04 abr. 2019.

MENDES, Rodrigo. **Lâmpadas e seu devido descarte**. 2016. Disponível em: <<https://www.inovarambiental.com.br/como-descartar-lampadas-fluorescentes/>>. Acesso em: 04 maio 2019.

MORAIS, Rodrigo Fernandes; SANTOS, Antonio Carlos Fontes dos. Lewis Howard Latimer e sua história aprisionada. **Física na Escola**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p.19-23, 05 abr. 2019. Mensal.

MUNARI, B. **Design e Comunicação Visual**. Lisboa: Edições 70, 1968.

SANTOS, Antônio Luiz. Engenharia. **Banco de Capacitores: Fator de Potência**. 2. ed. São Paulo: Pearson, 2013. 13 f.

SILVA JÚNIOR, Cesar. da; SASSON, Sezar; SANCHES, P. S. B. **Ciências: entendendo a natureza: a matéria e a energia**. 14. ed. São Paulo: Saraiva, 1999. 207 p.

SILVEIRA, Guilherme. **Descartar lâmpadas corretamente**. 2017. Disponível em: <<https://www.bluelux.com.br/descartar-lampadas-corretamente/>>. Acesso em: 05 maio 2019.

TAGIAROLI, Guilherme. **Saiba como descartar lâmpadas fluorescentes de forma adequada**. 2013. Disponível em: <<https://noticias.uol.com.br/tecnologia/noticias/redacao/2013/10/29/saiba-como-descartar-lampadas-fluorescentes-de-forma-adequada.htm>>. Acesso em: 05 maio 2019.