

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS RESIDENCIAIS: COMO REDUZIR O CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

ABREU, Hereo Íris de¹

RESUMO: Com o objetivo de ampliar o conhecimento na maneira como se comporta o consumo de energia elétrica em equipamentos elétricos residenciais, a proposta para este artigo é pesquisar o consumo energético de equipamentos elétricos e eletrônicos residenciais utilizando-se de pesquisas bibliográficas em livros e manuais de equipamentos elétricos associados a uma pesquisa qualitativa sobre a maneira como tais equipamentos são utilizados por pessoas de diversas classes sociais e níveis culturais. Além disso, será explanado de uma forma sucinta o conceito do selo PROCEL e a importância da utilização de equipamentos Classe “A” na redução de consumo de energia elétrica e as comodidades da função stand-by da maioria dos equipamentos eletrônicos presentes nas residências e as consequências que o mesmo impacta no consumo energético residencial.

PALAVRAS-CHAVE: Consumo energético em equipamentos elétricos. Energia Elétrica. Eficiência Energética.

ABSTRACT: In order to extend the knowledge about the way behaves the electric energy consumption in residential electrical equipment, the proposal for this article is to search the energy consumption of electrical and electronic ins residential equipment using bibliographic research in books and manuals of electrical equipment associated with a qualitative research about the way such equipment are used by people of various social classes and cultural levels. In addition, will be explained in a succinctly the PROCEL stamp concept and the importance of the use of "A" class equipments in electric energy consumption reduction and the amenities of the Stand-by function in most electronic equipment present in homes and the consequences that it impacts on residential energy consumption.

KEY-WORDS: Energy consumption in electrical equipment. Electrical Energy. Energy Efficiency.

INTRODUÇÃO

Diante da atual situação em que o planeta se encontra com relação ao meio ambiente, se faz necessário uma conscientização da humanidade em conceitos como sustentabilidade e meio ambiente.

A economia gira em torno de vendas de produtos e serviços e os países de primeiro mundo e alguns países emergentes tem visto crescer em grande escala, a venda de produtos cujo principal apelo é: o conforto e a tecnologia.

¹ Acadêmico do curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica da Faculdade de Ensino Superior do Interior Paulista – FAIP da Sociedade Cultural e Educacional do Interior Paulista. hereo.abreu@gmail.com.

Tanto o conforto como a tecnologia implica em grande consumo de energia elétrica, térmica, e ou mecânica através do uso de eletrodomésticos e equipamentos eletrônicos. Esse aumento desenfreado no consumo de eletrodomésticos, associado ao consumo energético para o funcionamento dos mesmos, tem um forte impacto negativo no meio ambiente o que nos leva a crer que é preciso reduzir o consumo de energia elétrica aumentando a eficiência energética destes equipamentos.

A geração de energia elétrica tem um custo elevado, exigindo um alto investimento e normalmente está associada a grandes impactos ambientais. A utilização de equipamentos com alta eficiência energética e o uso consciente de aparelhos elétricos, contribui para a redução da necessidade de geração de energia e consequentemente de maiores investimentos em construções de novas usinas elétricas.

Associado ao impacto ambiental deve-se levar em consideração os impactos financeiros quem em uma residência, a energia elétrica tem um forte impacto. De acordo com o EPE, Empresa de Pesquisa Energética, (2013), o consumo médio de energia elétrica em residências no Brasil, representa 26,3% de toda energia gerada no país com consumo médio por residência de 158,9 kWh.

Para reduzir o impacto ambiental e o impacto financeiro no consumo energético residencial, é necessário entender como reduzir as perdas energéticas em equipamentos elétricos residenciais, e verificar se é possível consumir menos energia elétrica sem substituir os equipamentos atuais.

Para entender o conhecimento de equipamentos elétricos residenciais eficientes e a forma como estes equipamentos são utilizados, a base de pesquisa em conceitos de eficiência energética foi Marques; Haddad; Guardia, 2007, e manuais técnicos de equipamentos classificados como “A” no programa PROCEL, associado a uma pesquisa qualitativa de utilização consciente de equipamentos elétricos residenciais e o uso da função stand-by com o objetivo de coletar, interpretar e atribuir significados dos dados da pesquisa. (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Sendo assim, a pesquisa permitirá analisar as possíveis causas da ineficiência energética dos eletrodomésticos, propondo alternativas para redução do consumo de energia sem a substituição dos equipamentos já existentes nas residências.

1. CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DE COMPONENTES ELÉTRICOS

A energia elétrica é utilizada de diversas formas, sendo possível a movimentação de motores, produção de calor, geração de luminosidade entre outras. Independente da maneira como a energia elétrica é utilizada, em qualquer situação existe uma particularidade em comum: a existência de um circuito elétrico sendo este indispensável para que a energia possa ser utilizada da melhor maneira possível.

De acordo com GOMES (2002), em todos os circuitos elétricos o condutor elétrico é o material responsável por conduzir a energia elétrica entre a fonte geradora e a carga. Carga nada mais é do que o componente elétrico ou eletrônico que tem a capacidade de transformar a energia elétrica em outro tipo de energia como a energia mecânica, sonora, luminosa ou térmica por exemplo.

Correntes elétricas são cargas elétricas em movimento ordenado constituídas de elétrons que se movem por um condutor elétrico. Esse fenômeno ocorre devido aos elétrons mais distantes do núcleo de alguns elementos se ligarem fracamente formando uma nuvem de elétrons chamada de elétrons livres.

Essa movimentação dos elétrons livres é que permite a existência da corrente elétrica. No entanto, ao se movimentar pelo condutor elétrico estes elétrons se chocam contra os átomos do condutor e esse choque gera um aquecimento que é conhecido como efeito joule.

Quanto maior for a corrente elétrica, maior será a movimentação dos elétrons fazendo-os vibrar com mais intensidade e aumentando o efeito joule ou seja, todo o circuito elétrico se aquece. Esse aquecimento provoca uma reação em cadeia na maioria dos componentes elétricos e eletrônicos provocando a perda de energia elétrica por aquecimento.

Conforme visto em GOMES (2002), George Simon Ohm estudou a resistência elétrica dos materiais e suas consequências na condução da corrente elétrica e seus estudos concluíram que na maioria dos materiais o aumento da temperatura aumenta também a resistência à corrente elétrica. Este conceito é essencial na construção de equipamentos elétricos, pois dependendo do material utilizado, pode aumentar ou diminuir o consumo energético do equipamento.

Conclui-se, portanto que uma boa parte da energia elétrica é desperdiçada em equipamentos que se aquecem demasiadamente e esse aquecimento pode ser minimizado se forem utilizados materiais adequados com dimensionamento de condutores adequados e com sistema de refrigeração embutido.

2. DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES DE CORRENTE ELÉTRICA

Um conceito importante a ser considerado na redução do consumo de energia elétrica em uma residência é o dimensionamento adequado do condutor elétrico. Para se dimensionar corretamente um condutor elétrico devem-se seguir as orientações da NBR 5410:2004 onde são estabelecidos os critérios para um dimensionamento adequado: seção mínima, capacidade de condução de corrente, queda de tensão, proteção contra sobrecargas, proteção contra curtos-circuitos e proteção contra contatos indiretos. Cada um destes itens se estudados isoladamente podem direcionar para um dimensionamento de condutor, portanto deve-se considerar o maior valor para definir o dimensionamento correto (BORNE, 2010).

Como já citado anteriormente, o efeito joule contribui para que uma parte da energia transportada pelos condutores elétricos seja perdida na forma de calor. Essa energia dissipada pelo condutor também precisa ser paga e, portanto transforma-se em custo na instalação elétrica que persiste por toda a vida útil da instalação elétrica.

Em Gomes (2002), podemos observar que a resistência elétrica de um material condutor aumenta com a diminuição de sua seção transversal e o inverso também ocorre, ou seja, quanto maior o dimensionamento de um condutor elétrico, menor será sua resistência e consequentemente menores serão as perdas por dissipação de calor, pois haverá mais espaço livre para os elétrons e consequentemente menos choques ocorreram com as partículas do condutor.

De acordo com a GBC Brasil (2011), com o aumento da seção transversal do condutor elétrico também chamado de bitola, consequentemente haverá um aumento no custo inicial da instalação elétrica. Este custo deverá ser levado em consideração para um dimensionamento adequado em instalações novas, por exemplo, ou em reformas completas em instalações elétricas ao fim da vida útil da mesma. No cálculo deverão ser considerados além dos fatores citados na NBR 5410:2004, o redução da resistividade ao se utilizar um condutor de bitola maior, a diferença de custo do metro linear deste condutor, a expectativa de aumento da taxa de energia elétrica e o tempo de depreciação que gira em torno de 25 anos.

Como o presente artigo não tem o intuito de direcionar para quais tipos de condutores e seus devidos dimensionamentos, nos limitaremos a concluir que em instalações novas e ou

reformas completas de instalações elétricas antigas, é aconselhável a utilização de condutores elétricos com bitola maior que a recomendada pela NBR 5410:2004 tendo como limitante para definição da bitola, o custo do condutor, pois o valor da mão de obra para instalação será praticamente o mesmo e a redução de consumo de energia ao longo da vida útil da instalação elétrica devido às baixas perdas por aquecimento será suficientemente vantajoso para o consumidor final.

3. ENTENDENDO O PROGRAMA E O SELO PROCEL

Em 1985, sob a coordenação da ELETROBRAS, foi criado o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, o PROCEL, cujo objetivo era implementar uma política de conservação do uso de energia elétrica. Em 1993, o PROCEL criou o selo PROCEL para incentivar o consumo de produtos elétricos e eletrônicos mais eficientes (ELETROBRÁS, 2013).

A partir do ano de 1994, o Programa foi revitalizado com o objetivo de aproveitar os avanços de experiências internacionais firmando para isso convênios com Estados Unidos, Canadá e Comunidade Europeia, por exemplo, pois os programas adotados nesses países tinham além de base tecnológica avançada, uma orientação para o mercado levando em consideração as necessidades, experiências e forma de agir do consumidor com os programas de conservação de energia. (ELETROBRÁS, 1998)

Desde então o PROCEL tem atuado em diversas áreas de consumo e conservação de energia elétrica como: Iluminação Pública, Setor Residencial, Gerenciamento pelo Lado da Demanda, Prédios Públicos, Educação, Perdas no Sistema Elétrico, Gestão Energética Municipal, Água e Saneamento, Regulação e Setor Industrial. (ELETROBRÁS, 2013)

De acordo com Marques, Haddad e Martins, (2006) o PROCEL estabelece metas de redução no desperdício de energia elétrica cuja meta global é uma economia de 130 milhões de MWh em 2015 tendo como foco de atuação para esta redução, o setor residencial e o Gerenciamento pelo Lado da Demanda. As principais medidas adotadas para esta redução foram:

- Utilização de lâmpadas fluorescentes compactadas e de LED².

² LED – Light Emitter Diode ou diodo emissor de luz. No material utilizado para consulta, as lâmpadas de LED não foram citadas, mas na atualidade as mesmas estão se tornando uma forte tendência de utilização na redução de consumo de energia elétrica.

- Utilização de Dimmers para controle de iluminação.
- Controladores eletrônicos de velocidade de motores.
- Controladores de temperatura para chuveiros.
- Eletrodomésticos de alta eficiência.
- Sistema de isolamento térmico para aquecedores de água
- Filme solar para janelas
- Controladores programáveis
- Aquecimento solar

Essas medidas associadas às medidas em outras áreas de atuação já possibilitaram uma economia de aproximadamente 60 bilhões de KWh desde 1986 de acordo com Eletrobrás, 2013.

O selo PROCEL, faz parte do Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE cujo objetivo é proporcionar ao consumidor final, informações relevantes sobre a eficiência energética de equipamentos residenciais e que possibilitem a redução no consumo de energia elétrica. O programa incentiva os fabricantes a trabalharem na inovação buscando equipamentos cada vez mais eficientes em relação aos modelos antecessores. (SOUZA et al., 2009)

O objetivo do selo PROCEL é informar ao consumidor que o equipamento é um produto que consome menos energia e está sempre associada a uma etiqueta com informações relevantes como: equipamento, marca, fabricante, qual o consumo de energia em kWh e uma escala de eficiência energética graduada de A até G, onde o equipamento classificado como A é o mais eficiente e o G como o menos eficiente.

Considerando todos os fatores expostos acima, os fabricantes contribuem com a redução do consumo de energia elétrica fabricando equipamentos com eficiência energética cada vez maior. O consumidor por sua vez deve pesquisar através das etiquetas de eficiência energética qual equipamento deve ser considerado nas suas aquisições visando sempre o consumo consciente de energia elétrica.

4. USO CONSCIENTE DE EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS

Como vimos há uma preocupação constante no que tange ao consumo de energia elétrica. Existem programas e selos que incentivam a produção de equipamentos elétricos cada vez mais eficientes, estudos comprovam que a utilização correta de componentes elétricos e eletrônicos adequados contribui para uma melhor utilização da energia elétrica nos equipamentos e o dimensionamento de condutores elétricos em instalações elétricas pode ser um fator de redução na tarifa de energia elétrica. Mas o maior responsável pela redução de energia elétrica, sem dúvidas é o consumidor final.

Para entender o comportamento dos consumidores, elaboramos uma pesquisa com o objetivo de entender como o consumidor utiliza seus equipamentos elétricos, qual o nível de consciência do consumidor em relação à eficiência energética e seu impacto no meio ambiente e o conhecimento do consumidor em relação ao programa e ao selo PROCEL.

A pesquisa foi construída em cima de questões como a utilização de equipamentos em stand-by, horas de utilização dos equipamentos, tipo de iluminação utilizada, equipamentos de aquecimento de água, conhecimento sobre o selo PROCEL e hábitos de redução ou consumo consciente de energia elétrica.

O público alvo da pesquisa foram residências típicas das classes B e C com média de quatro pessoas por residência e a constatação foi que ainda existe um grande potencial para redução no consumo de energia elétrica.

Constatamos que 80% dos entrevistados mantêm a maioria dos equipamentos que dispõe da função stand-by ligado à energia elétrica e ignoram que estes equipamentos estão consumindo energia quando estão em stand-by. A maioria destes entrevistados disse que é mais cômodo simplesmente desligar o aparelho através do botão Power do que desligar da tomada. A pesquisa também revelou que muitos aparelhos passam vários dias sem utilização ou são utilizados algumas horas do dia acarretando assim um acréscimo de até 12% na conta de energia elétrica.³ (RODRIGUES, 2009)

Com relação à iluminação, é perceptível a preocupação dos consumidores com relação no consumo de redução de energia elétrica. Apenas um entrevistado ainda utiliza lâmpadas incandescentes em alguns cômodos da casa, mas já de olho na substituição pelas lâmpadas de LED amarelas. Todos os demais entrevistados utilizam lâmpadas fluorescentes compactas e lâmpadas de LED.

Para o aquecimento de água, cerca de 90% dos entrevistados ainda utilizam chuveiros elétricos que é um dos grandes vilões no consumo residencial. Todos os entrevistados

³ Esse acréscimo pode ser maior ou menor que 12% dependendo da quantidade de equipamentos ligados em stand-by e do tempo de utilização dos mesmos.

compreendem que a melhor opção no aquecimento de água é a energia solar, mas não a utiliza devido ao custo de instalação ainda ser elevado (equipamento mais adequações hidráulicas).

Com relação ao selo PROCEL, cerca de 95% dos entrevistados afirmam que já ouviram falar do selo e mais de 70% conhecem mesmo que superficialmente o programa e o selo PROCEL. Destes praticamente todos levam em consideração a etiqueta de eficiência energética na aquisição de novos equipamentos, porém o valor do equipamento ainda é o fator principal na decisão final de compra.

E finalizando a pesquisa, todos responderam que são comprometidos com hábitos de redução e consumo consciente de energia elétrica, menos de 40% conseguiu reduzir significativamente a conta de energia elétrica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pensando exclusivamente na redução do consumo de energia elétrica em equipamentos elétricos residenciais, concluímos que o potencial para evolução nesse assunto ainda é muito grande.

Evidenciamos que existem grandes incentivos governamentais como o programa e o selo PROCEL e a utilização do Programa Brasileiro de Etiquetagem que incentivam os fabricantes a desenvolverem através de pesquisas e inovações tecnológicas equipamentos mais eficientes e que consomem menos energia elétrica.

Os estudos também demonstram que a utilização de condutores elétricos adequados pode contribuir para a redução das perdas energéticas pela dissipação do calor e conseqüentemente reduzir a conta final de energia elétrica.

No entanto, apesar das pesquisas indicarem que o consumidor está comprometido com hábitos conscientes de consumo de energia elétrica, constatamos que mais do que hábitos conscientes, é necessário uma mudança de cultura buscando sempre a utilização de meios alternativos de consumo de energia como a energia solar no aquecimento de água, ter como principal fator na aquisição de novos equipamentos o selo PROCEL, e adotar hábitos como desligar da tomada os equipamentos que não estão em uso.

Em sua grande maioria, os consumidores das classes B e C sabem o que precisa ser feito para reduzir o consumo de energia elétrica e conseqüentemente reduzir o impacto ao meio ambiente, porém este conhecimento precisa ser colocado em prática. No entanto as

classes A, D e E não foram pesquisadas e podem trazer um novo cenário nos resultados desta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORNE, Lucas S.; **Eficiência Energética em Instalações Elétricas**, TCC de Graduação do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010, disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/33037> acessado em 03/03/2015 as 15h04.

ELETROBRÁS, **Eficiência 98 – Seminário Internacional de combate ao desperdício de energia elétrica – Setor Residencial**, Rio de Janeiro – RJ, ELETROBRÁS, 1998

ELETROBRÁS, **Lei de Eficiência Energética**, Rio de Janeiro, 2013, disponível em <http://wwwq2.eletrobras.com/pci/resultadosprocel2013/13.pdf> acessado em 18/03/2015 as 21h27.

ELETROBRAS, **Programa Procel**, Rio de Janeiro, 2013, disponível em: <http://wwwq2.eletrobras.com/elb/main.asp?View={0389BBA8-31A5-4A45-862F-8A667EB914A6}> acessado em 30/03/2015 as 18h50

EPE – Empresa de Pesquisas Energéticas, **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2013**, Rio de Janeiro, 2013 disponível em : http://www.epe.gov.br/AnuarioEstatisticodeEnergiaEletrica/20130909_1.pdf acessado em 31/03/2015 as 19h47

GOMES, Magno D. (Org.); **Eletricidade**, São Paulo, SENAI, 2002

GREEN BUILDIND COUNCIL BRASIL, **Dimensionamento Econômico e Ambiental de Condutores Elétricos**, Brasil, 2011, disponível em: <http://gbcbrasil.org.br/sistema/docsMembros/0204120304070000004963.pdf> acessado em 31/05/2015 as 12h30

MARQUES, Milton C.S.; HADDAD, Jamil; GUARDIA, Eduardo C. (Org.) **Eficiência Energética: Teoria & Prática**, Itajubá, Fupai, 2007

MARQUES, Milton C.S.; HADDAD, Jamil; MARTINS, André R.S. (Org.) **Conservação de Energia: Eficiência Energética de Equipamentos e Instalações**, 3ª Edição, Itajubá, Fupai, 2006

PRODANOV, Cleber C.; FREITAS, Ernani C, E-book **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**, 2ª Edição, Novo Hamburgo, Feevale, 2013 recebido por e-mail em: 20/02/2015 as 15h56

RODRIGUES, Jean R.F; **Avaliação da Utilização do Modo Stand-by em Eletrodomésticos e de Propostas de Soluções Mitigadoras para Redução do seu Consumo de Energia**, Dissertação de Pós-Graduação da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009, disponível em <http://dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/bitstream/handle/1884/21564/Dissert?sequence=1> acessado em 30/03/2015 as 14h00

SOUZA, Hamilton M.; LEONELLI, Paulo A.; PIRES, Carlos A. P.; JUNIOR, Valdir B.S.; PEREIRA, Roberto W. L.; **Reflexões Sobre os Principais Programas em Eficiência Energética Existentes no Brasil.** In: **Revista Brasileira de Energia**, p. 7-26, 1º Sem. 2009, disponível em: http://new.sbpe.org.br/wp-content/themes/sbpe/img/artigos_pdf/v15n01/v15n01a1.pdf acessado em 30/05/2015 as 18h22

