



## UMA ABORDAGEM DIDÁTICA SOBRE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA NO MODO DE CONSUMO EM ESPERA UTILIZANDO SOFTWARE LIVRE

**Vinícius Maciel Pinto** – profviniciusmaciel@gmail.com  
Universidade Severino Sombra - USS  
Centro de Ciências Exatas, Tecnológicas e da Natureza - CECETEN  
Avenida Expedicionário Oswaldo de Almeida Ramos, 280  
27700-000 – Vassouras – RJ  
**Edísio Alves de Aguiar Junior** – edisio\_junior@yahoo.com.br  
Universidade Severino Sombra - USS  
**João Luiz Costa Orem** – joaoorem@hotmail.com  
Universidade Severino Sombra - USS  
**João Paulo Bittencourt** – jp\_mp157@hotmail.com  
Universidade Severino Sombra - USS

**Resumo:** *O conceito de eficiência energética atualmente está intimamente ligado a gestão de recursos. Neste cenário, retirar a componente relacionada ao desperdício do sistema é de fundamental importância. A evolução tecnológica dos equipamentos eletroeletrônicos possibilitou uma melhor qualidade técnica dos mesmos. Ao mesmo tempo, esse é o principal fator motivador para avanços também no conforto na utilização destes aparelhos. Em uma residência brasileira típica alguns dos eletrodomésticos mais comuns são televisão, DVD, forno de microondas, modem de televisão a cabo, entre outros. Estes equipamentos possuem um modo de operação denominado modo em espera (standby). Este permite, por exemplo, que as televisões possam ser comandadas a distância através de um controle remoto. Porém, este ciclo de trabalho pode ser a fonte de desperdício de uma parcela significativa de energia elétrica. Este artigo visa criar uma metodologia gráfica que possa ser compreendida por leigos com o objetivo de facilitar a monitoração e quantificação das perdas causadas pelo modo de operação em espera.*

**Palavras-chave:** *Eficiência Energética, Desperdício, Evolução, Conservação de Energia, Modo em espera.*

### 1. INTRODUÇÃO

A energia está presente na natureza em várias formas. Uma das mais importantes para a sociedade moderna é a energia elétrica. Através desta é possível desenvolver muitas das atividades vitais no âmbito residencial, comercial e industrial. A energia elétrica é obtida

Realização:



Organização:





através de várias fontes primárias, como por exemplo, a energia mecânica (cinética e potencial) das águas e dos ventos, a energia química dos aproveitamentos atômicos, a energia proveniente do Sol, entre outras. Porém, o custo, tanto econômico quanto ambientais, para a obtenção de 1 Wh tem uma significativa variação entre estas diversas fontes, por isso, nada mais importante do que retirar do sistema elétrico a componente referente ao desperdício de energia.

No Brasil a matriz energética é composta principalmente por usinas hidrelétricas. As grandes bacias geradoras de energia elétrica estão distantes dos centros de consumo, inserindo a necessidade de construção de linhas de transmissão. Com isto, o custo do MWh produzido sofre um acréscimo, além de inserir perdas no processo de transmissão. Outro fator que reforça a importância de mitigar o desperdício é o ambiental.

O fator ambiental tem muita relevância nos estudos para implementação de um empreendimento de geração, seja de origem hidráulica ou de origem térmica. No Brasil as principais fontes são usinas hidrelétricas que impactam fortemente a fauna e a flora das bacias hidrográficas. Outro impacto importante é o impacto em populações humanas, sejam elas tradicionais (indígenas) ou não. Já nas fontes termelétricas, a principal desvantagem é a emissão de gases causadores do efeito estufa.

Analisando este cenário, a conservação de energia passa a ter relevância para a postergação de investimentos em geração e transmissão. Alguns dos equipamentos eletroeletrônicos residenciais possuem, além de seu modo normal de operação, um regime de funcionamento denominado operação em modo de espera (standby). Este recurso é responsável por diversas facilidades para a vida cotidiana oferecidas pelos fabricantes dos produtos aos consumidores. Um dos exemplos mais conhecidos é o da TV: ligá-la ou desligá-la através de um controle remoto é uma comodidade vista como fundamental nos dias atuais. Porém, quando esta é desligada apenas no controle remoto, algumas das funções do aparelho continuam ativas e consumindo uma parcela de energia. A utilização em modo de espera, se mal gerenciada, representa um desperdício e também um custo para o próprio cliente.

A educação é uma das principais formas de implementar a conservação de energia, com isto o desenvolvimento de ferramentas que possam promover o conhecimento são fundamentais. O objetivo deste artigo é apresentar uma abordagem gráfica e didática para incentivar a autogestão do ciclo de trabalho de equipamentos residenciais de modo a mitigar as perdas por consumo em espera. A estratégia foi desenvolvida para a utilização na disciplina de eficiência energética do curso de engenharia elétrica da Universidade Severino Sombra, porém a mesma pode ser utilizada até mesmo por um consumidor leigo nos conceitos fundamentais de engenharia elétrica.

## **2. MODO EM ESPERA (STANDBY)**

Um dos principais problemas relacionados ao modo em espera é o de não apresentar uma definição específica e abrangente. Este fato torna o entendimento e a compreensão do assunto um pouco mais difícil, porém diferentes institutos tem procurado estabelecer uma definição mais genérica. A norma IEC 62301 (International Electrotechnical Commission, 2005) padronizou que o modo de operação em espera ocorre com o menor consumo de energia, que não pode ser desligada pelo usuário, e permanece por tempo indeterminado enquanto o equipamento está ligado a uma fonte de energia, de acordo com as informações do fabricante. A norma também fornece instruções de análise para outras formas de baixo consumo de



energia, porém não as define (RODRIGUES, 2009). Segundo o Departamento do Meio Ambiente, Água, Patrimônio e Artes australiano (Australian, 2008), equipamentos em modo de espera incluem qualquer equipamento que consume energia enquanto não estiver desenvolvendo sua função principal. Algumas definições importantes sobre o modo de consumo em espera são encontradas em diversas referências governamentais, catálogos industriais e mesmo trabalhos desenvolvidos por pesquisadores.

- Modo em operação (ligado) - a energia consumida pelo equipamento quando está desenvolvendo sua função principal.
- Modo em espera ou *standby* ativo - quando o equipamento não está desenvolvendo sua função principal. No *standby* ativo os equipamentos nunca são desligados, pois estão exercendo alguma função e ficam aguardando um comando para exercer outra.
- Modo em espera ou *standby* passivo - quando o equipamento não exerce sua função principal, mas está pronto para ser ligado, em muitos casos, pelo controle remoto, ou está desenvolvendo alguma função secundária (por exemplo, um display ou relógio digital que está ativo neste modo).
- Modo desligado - o equipamento tem que ter um interruptor localizado no mesmo. Este modo ocorre quando um produto está ligado a uma fonte de energia, mas não produz qualquer som, ou reprodução de imagem, transmite ou recebe qualquer informação, ou está em repouso aguardando que o usuário ligue o equipamento.
- Modo de retardo - está se tornando muito comum. Essencialmente o equipamento pode ser programado para que volte a funcionar algum tempo depois, e em alguns casos, 24 horas depois.

Estas definições foram importantes para estabelecer o critério de avaliação do consumo em espera, tanto no desenvolvimento dos questionários e na medição das moradias.

### **3. SOFTWARE LIVRE**

Os softwares chamados de “livres”, referidos na literatura como FOSS (free open source software), foram definidos pela free software foundation (GNU SOFTWARE, 2011) como qualquer programa de computador que pode ser usado, copiado, estudado e redistribuído sem restrições. Este conceito é o oposto ao considerado mais tradicional, de software proprietário. Ainda de acordo com a free software foundation, existem quatro graus de liberdade para um software:

- A liberdade de executar o programa, para qualquer propósito (liberdade 0);
- A liberdade de estudar como o programa funciona, e adaptá-lo para as suas necessidades (liberdade 1). Acesso ao código-fonte é um pré-requisito para esta liberdade;



- A liberdade de redistribuir cópias de modo que você possa ajudar ao seu próximo (liberdade 2);
- A liberdade de aperfeiçoar o programa, e liberar os seus aperfeiçoamentos, de modo que toda a comunidade se beneficie (liberdade 3). Acesso ao código-fonte é um pré-requisito para esta liberdade.

Um dos grandes projetos de software livre e mais populares é o Linux. Trata-se de um sistema operacional livre para distribuição e modificação. O desenvolvimento deste tipo de software vem do esforço individual, ou seja, cada usuário é incentivado a realizar suas próprias mudanças no programas, mas também de compartilhar as mesmas com a comunidade, levando o conhecimento adiante.

Estão disponíveis para uso no Linux diferentes pacotes, desde aplicativos de escritório, por exemplo o pacote Libre Office, até programas de cunho técnico, das mais diversas áreas como a matemática, a física e a engenharia. Personalizando-se o pacote Linux original, observa-se a propagação de várias “distribuições”, cada uma com determinado enfoque.

Atualmente, no Brasil, através do decreto de 29 de outubro de 2003 (GOVERNO FEDERAL, 2011), instituiu o software livre com uma política de estado, visando ampliar o processo de inclusão digital e também aplicação de software livre em empresas públicas, como por exemplo, no Banco do Brasil e no âmbito do Exército Brasileiro. Estes aspectos apresentados até aqui são alguns dos grandes motivadores neste estudo.

Visando desenvolver uma metodologia de baixo custo, e ainda atendendo a estas especificações, a opção para este estudo foi pela utilização de software livre.

#### **4. METODOLOGIA PROPOSTA**

A metodologia a ser desenvolvida neste trabalho tem como base a utilização de um conjunto de subsídios gráficos em ferramentas computacionais livres empregados com finalidades didáticas. O software livre escolhido para a implementação foi o Scilab. Este programa possui uma larga aplicação para desenvolvimento de modelos digitais para simulações de sistemas elétricos. O desenvolvimento da abordagem surgiu a partir da demanda gerada na sala de aula do curso de engenharia elétrica, mais especificamente na abordagem do assunto de consumo em modo de espera no tópico conservação de energia dentro da disciplina de eficiência energética. O desenvolvimento deste tema possui algumas dificuldades, como por exemplo: a existência de diversas definições dentro dos institutos que abordam o tema, por exemplo, o IEC. Outro fator que dificulta o desenvolvimento do assunto dentro da sala de aula é a pouca quantidade de referências. A partir dessa análise desenvolveu-se uma metodologia mais "amigável" para a apresentação do assunto.

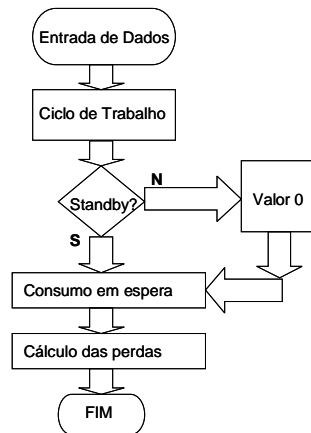
No início se fez necessário pesquisar e definir uma base para a elaboração do procedimento. Para tal, escolheu-se a metodologia desenvolvida no trabalho de RODRIGUES, 2009. Esta pesquisa foi escolhida devido ao desenvolvimento de uma pesquisa de campo bastante abrangente e com resultados com forte base estatística.

#### **5. IMPLEMENTAÇÃO**

Para que a metodologia produzida seja de fácil manuseio, procurou-se implementar o trabalho com funções já existentes no menu do programa Scilab. A idéia principal da rotina é identificar e monitorar o ciclo de funcionamento dos equipamentos que possuem em seu modo operação em espera a partir da informação obtida na entrada. Este ciclo é tratado e



apresentado sob a forma de um histograma que descreve o modo de funcionamento do equipamento medido a cada hora do dia. Esta abordagem permite identificar o total da perda de energia diária através da operação em espera em kWh e em R\$. A Figura 1 mostra resumidamente o digrama em blocos do princípio de funcionamento do identificador da abordagem.



**Figura 1 - Diagrama mostrando o funcionamento do identificador de consumo em espera.**

Para a comprovação do modelo digital implementou-se uma simulação baseada em um cenário real, levantado pelos acadêmicos de engenharia elétrica da USS. Este cenário foi obtido através de um levantamento de dados realizado pelos próprios alunos. A partir de pesquisas realizadas na literatura existente determinou-se que a TV (LG ELECTRONICS BRASIL, 2012) seria o equipamento utilizado para a definição dos ciclos de funcionamento.

A partir desta definição, a metodologia proposta neste artigo foi aplicada e apresentou uma abordagem gráfica e didática permitindo a identificação do ciclo de funcionamento da TV testada. O modo de operação em espera foi identificado e permitiu o cálculo do valor das respectivas perdas em kWh e R\$.

A Figura 2 mostra o ciclo de funcionamento hipotético de uma TV durante um dia inteiro a cada uma hora. Os dados relacionam o consumo energético em percentual e a respectiva hora do dia. Importante salientar que o equipamento analisado se encontra em funcionamento quando o mesmo está realizando a função para qual foi projetado. O aparelho é considerado desligado quando não realiza sua tarefa, além de estar com seu comando liga-desliga em posição desligado ou fora da tomada. E finalmente, o modo em espera é caracterizado de maneira em que o consumo energético é uma fração do consumo total. Essa parcela de energia para o caso estudado foi considerada 1,67% do consumo total (0,016). A Tabela 1 abaixo resume a legenda de valores.

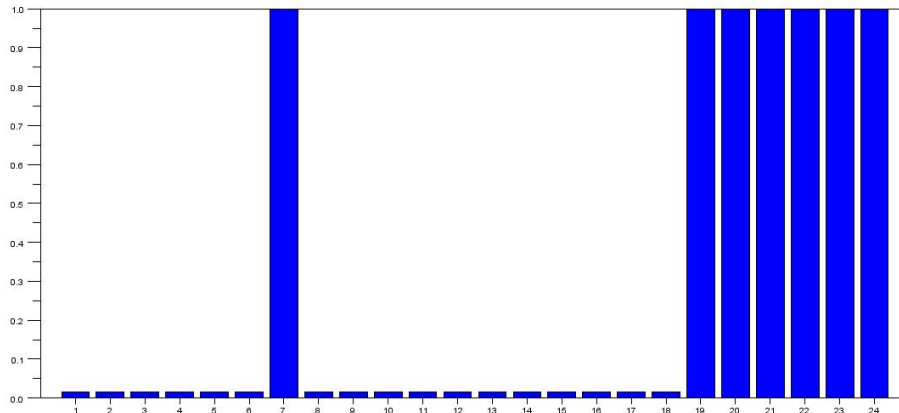
**Tabela 1 - Identificação dos valores dos consumos nos respectivos modos de operação.**

Estado	Valor (percentual)
LIGADO	1
ESPERA	0,016
DESLIGADO	0



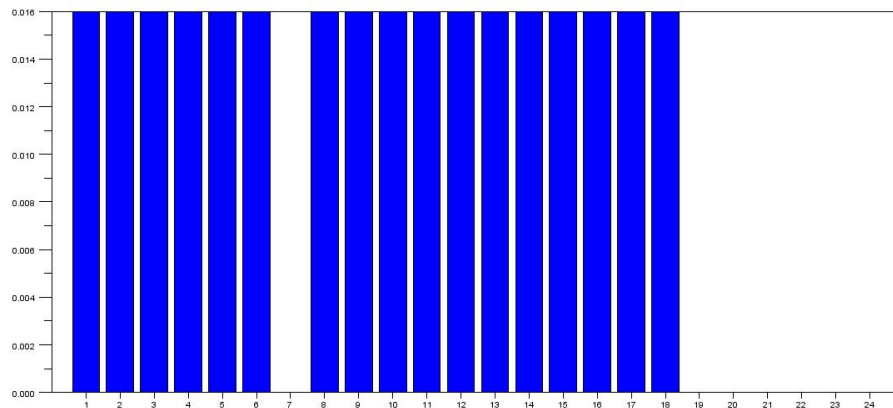


A entrada de dados é obtida através da verificação pelo próprio usuário, porém com a validação da metodologia de cálculo, é possível estudar a possibilidade de utilização de formas automáticas de aquisição de dados.



**Figura 2 - Ciclo de funcionamento da TV ao longo de um dia.**

A Figura 3 mostra os instantes do dia em que o equipamento trabalha em modo de funcionamento de espera. Destaca-se que, o modo de funcionamento em que o equipamento está realizando a sua tarefa para que foi projetado não está representado. A partir desta informação, é possível afirmar que este representa o perfil de perdas por consumo em espera do respectivo equipamento.



**Figura 3 - Horas do dia em que a TV funciona em modo de espera.**

A Figura 4 mostra o perfil de consumo em espera para o equipamento testado ao longo de um mês inteiro. O identificador permitiu comprovar o fato do consumo em espera possuir um efeito integrador, ou seja, ao longo de um dia as perdas são relativamente pequenas mas ao longo de um período de faturamento (30 dias) pode atingir valores consideráveis. Se considerarmos o cenário estudado por RODRIGUES, 2009 em que a soma do consumo



energético de todos os equipamentos em modo de operação em espera representou 6,18% do consumo energético total.

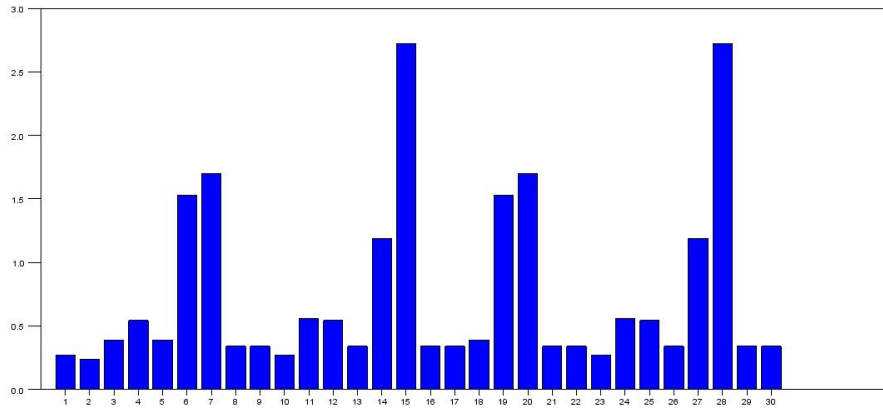


Figura 4 - Perfil medido do consumo ao longo de um mês da TV aferida.

A partir do perfil determinado na Figura 4 é possível extrair a informação do valor total mensal do consumo em modo de espera ao longo do mês. Este consumo em modo de espera mensal é obtido apenas somando os respectivos gastos diários. Através desse valor total calcula-se o custo total ao longo do mês com *standby*. A Tabela 2 mostra a comparação entre o consumo em modo de operação da TV e o seu respectivo consumo em modo de espera. Estes valores foram obtidos para um custo da energia de 0,32 (R\$/kWh) e potência base de 100 (W).

Tabela 2 - Tabela resumindo os valores em kW e R\$ da TV em espera e em operação ao longo do mês.

MODO EM ESPERA (kW)	22,662
MODO EM OPERAÇÃO (kW)	697,338
MODO EM ESPERA (R\$)	0,725
MODO EM OPERAÇÃO (R\$)	22,315

## 6. ANÁLISE DO IMPACTO

A adoção de uma metodologia baseada em software livre apresenta alguns impactos positivos. O principal é o incentivo aos acadêmicos e futuros engenheiros a utilizarem ferramentas computacionais em suas atividades acadêmicas. O objetivo é a utilização de programas computacionais livres, ou seja, sem nenhum tipo de custo por licenças de uso, democratizando a informação.

No século XXI, a utilização de ferramentas computacionais é fundamental, principalmente em áreas tecnológicas afins. Porém, o elevado custo das licenças torna praticamente inviável para as universidades a aquisição de vários softwares. Os recursos computacionais livres propiciam uma significativa economia para as instituições além de estar de acordo com a política governamental de incentivo ao uso destas ferramentas.



Entende-se ainda que esta metodologia de apresentação pode impactar positivamente o leigo, de modo que, tornando esta informação universal, e democratizando seu acesso, pode-se esperar uma consciência por parte da população, no sentido da importância de mitigar-se ou mesmo reduzir o consumo em espera em suas residências.

## 7. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

A eficiência energética não é um trabalho de poucas pessoas. Também não é uma atividade cuja implementação dependa apenas do conhecimento técnico avançado. Sua universalização é fundamental, no sentido que cada um possa entender o significado do "led vermelho" em sua televisão, tanto do ponto de vista econômico, quanto ambiental.

O estudo buscou manter o foco técnico, trabalhando com unidades de energia (Wh), porém houve a preocupação de abordagem do aspecto econômico (R\$), pois entende-se que esta é uma forma de abranger mais pessoas.

A visualização gráfica é importante ferramenta no sentido de transmitir a informação de modo mais direto e facilitar a compreensão.

No desenvolvimento do trabalho percebeu-se que a ferramenta pode ter uma aplicação ainda mais abrangente. Para tal, a ferramenta precisa receber funcionalidades para que possa desempenhar este objetivo, algumas delas são:

- Desenvolver um sistema de aquisição de dados automático com o objetivo de tornar o ciclo de funcionamento, personalizado e viabilizar seu uso por qualquer pessoa em sua residência;
- Testar a ferramenta em uma amostra composta por consumidores e confrontar os dados obtidos, através de pesquisas e levantamento de dados de campo;
- Implementar funcionalidades para que a ferramenta possa prever e sugerir um novo ciclo de funcionamento reduzindo as perdas por consumo em espera.

### *Agradecimentos*

Os autores agradecem a FAPERJ pelo auxílio financeiro através da modalidade ADT1 - Auxílio a Projetos de Inovações Tecnológicas - 2011/1 (processo E-26/111.610/2011).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSTRALIAN, DEPARTAMENT OF ENVIRONMENT, WATER, HERITAGE AND THE ARTS; **International Standby Power Data Project**. Disponível em: <<http://www.energyrating.gov.au/standbydata/app/ModeDefinitions.aspx>> Acesso em: 31 de março de 2012.

GNU PROJECT; **The Free Software Definition**. Disponível em: <<http://www.gnu.org/philosophy/free-sw.html>> Acesso em: 09 de junho de 2011.

GOVERNO FEDERAL; **Portal Software Livre**. Disponível em: <<http://www.softwarelivre.gov.br>> Acesso em: 09 de junho de 2011.

LG ELECTRONICS BRASIL; **Site oficial da LG Electronics Brasil**. Disponível em: <<http://www.lge.com/br/televisor/led-lcd-lcd-plasma/LG-led-lcd-32LS3500.jsp>> Acesso em: 28 de maio de 2012.





PINTO, V.M.; JUNIOR, E.A.A.; CARVALHO, C.V.A.; CARVALHO, J.T.; Proposta de uma metodologia para aplicação de software livre no ensino de engenharia através de live CD.  
**Anais:** – Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Blumenau: SC, 2011.

RODRIGUES, Jean Ronir Ferraz; MEHL, Ewaldo Luiz de Mattos; UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ, Setor de Tecnologia. Avaliação da utilização do modo *standby* em eletrodomésticos e de propostas de soluções mitigadoras para a redução do seu consumo energético, 2009. 124p, il. Dissertação (Mestrado).



## **TRAINING APPROACH ON THE CONSERVATION OF ENERGY CONSUMPTION IN STANDBY MODE OF USING FREE SOFTWARE**

**Abstract:** *The concept of energy efficiency is now closely linked to resource management. In this scenario, removing the component related to the waste system is of fundamental importance. The technological evolution of the electronic equipment allowed better technical quality of them. At the same time, this is the main motivating factor for advances also the comfort in using these devices. In a typical Brazilian home appliances some of the most common TV, DVD, microwave, modem, cable television, among others. These devices have an operating mode called Standby (standby). This allows, for example, the television to be operated remotely by a remote control. However, this duty cycle can be the source of a significant waste of electricity. This article aims to create a graphical methodology that can be understood by lay people in order to facilitate the monitoring and quantification of the losses caused by the standby mode.*

**Key-words:** *Energy efficiency, Waste, Evolution, Conservation of Energy, Standby.*