

## Aplicativo para estimativa do consumo de energia elétrica residencial

Cleber de Medeiros Navarro<sup>1</sup>, Daniel Rosa A. Gomes<sup>1</sup>, Harley Viana B. Câmara<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense  
Av. Dr. Siqueira, 273 – Campos dos Goytacazes – RJ – Brazil

cnavarro@iff.edu.br, danielrosaa@gmail.com, harley.barreto@gmail.com

**Abstract.** *The present work gives a brief analysis of the current Brazilian energy situation. From this analysis, it was proposed the creation of a tool for the use of common consumer, so that they can keep control of their expenditures in electric energy individually and accurately. During the research, it was noticed that the tools for estimating consumption, largely made available by the concessionaires themselves, were limited to their areas of coverage. In this way, the consumer of a region where the tariff was different was unable to use the tool.*

**Resumo.** *O presente trabalho faz uma breve análise da atual situação energética brasileira. A partir desta análise, foi proposta a criação de uma ferramenta para uso do consumidor comum, para que este possa manter controle de seus gastos em energia elétrica de forma individual e precisa. Durante a pesquisa, percebeu-se que as ferramentas para estimativa de consumo, em sua grande parte disponibilizadas pelas próprias concessionárias de fornecimento de energia, eram limitadas às suas áreas de abrangência. Desse modo, o consumidor de uma região onde a tarifa fosse diferente era impossibilitado de usar a ferramenta.*

**Palavras Chave:** *Gerenciamento de Energia, Consumo eficiente, Economia de energia*

### 1. Introdução

Segundo Banco de Informações de Geração (BIG) da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) o Brasil possui no total 4.701 empreendimentos em operação, totalizando 153.573.939 kW de potência instalada. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) a população nacional está estimada em 208 milhões de habitantes. A maior parte da energia elétrica consumida no Brasil tem procedência de empreendimentos hidrelétricos, que respondem por aproximadamente 65% de toda a capacidade instalada do país (BIG, 2016). Em segundo lugar são as usinas térmicas, que utilizam combustíveis para a produção dessa energia. A queima desses combustíveis é extremamente nociva ao meio ambiente. Pois contribui com o efeito estufa e aquecimento global.

De acordo com o site do Itamaraty (Ministério das Relações Exteriores) o Brasil detém 12% das reservas de água doce do planeta, perfazendo 53% dos recursos hídricos da América do Sul. Nos últimos três anos o país passou por um grande processo de estiagem. Segundo o portal da Câmara dos Deputados essa crise hídrica alcançou grandes áreas das Regiões Sudeste e Centro-Oeste em 2014 e início de 2015 afetando o

abastecimento de água e o suprimento de energia elétrica. Pode-se afirmar que a causa imediata dessa crise foi a escassez de chuvas, mas a limitada capacidade dos reservatórios potencializou os efeitos negativos da falta de precipitação mais copiosa.

Em fevereiro de 2015 a Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) afirma que considerando a precipitação média anual no Brasil e um uso mais efetivo de água, certamente teríamos à disposição água suficiente para o abastecimento humano e animal, produção de energia e para aumentar significativamente as áreas irrigadas no país.

De acordo com a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), entre os anos de 2004 e 2017 o consumo de energia elétrica das residências brasileiras quase dobrou. Os dados apresentados podem ser conferidos na tabela 1.

**Tabela 1. Consumo de energia elétrica nas residências brasileiras entre 2004 e meados de 2017**

<b>ANO</b>	<b>CONSUMO EM MW/h</b>
2004	78.470.110
2005	82.644.256
2006	85.783.826
2007	89.885.372
2008	94.746.389
2009	100.776.170
2010	107.214.670
2011	111.970.666
2012	117.645.850
2013	124.907.962
2014	132.301.850
2015	131.314.950
2016	132.872.085
2017	78.481.661 <sup>1</sup>

Com base nos dados citados fica clara a necessidade de economia de energia. Bem como alternativas de geração limpa. Exemplos de fontes alternativas já em implantação no Brasil têm a Energia Solar, Eólica, etc.

---

<sup>1</sup> Dados preliminares (última atualização: 15/08/2017).

Uma alternativa para economizar energia elétrica nas residências é através do gerenciamento do consumo. Para que isso seja possível é importante que os usuários tenham as informações técnicas dos eletrodomésticos e eletroeletrônicos usados em suas casas.

Além dos dados encontrados nos próprios aparelhos e seus respectivos manuais, muitos sites também disponibilizam essas informações como, por exemplo, as concessionárias de fornecimento de energia, Procel (Centro Brasileiro de Informação de Eficiência Energética), etc.

Ao fazer uma breve consulta nesses sites foi identificado que praticamente todos tinham informações incompletas a respeito da grande variedade de equipamentos existente no mercado. Alguns sites tinham simuladores de consumo residencial como, por exemplo, Eletropaulo, Furnas. Porém, eram limitadas as tarifas apenas de suas abrangências, ou não tinha um banco de dados suficiente dos aparelhos eletrodomésticos e eletroeletrônicos existentes.

Observando essas carências, alguns questionamentos foram levantados como problema de pesquisa:

- Como elaborar um ambiente que um “usuário comum” possa verificar de maneira aproximada o consumo de energia elétrica dos equipamentos em sua residência?
- Como identificar os equipamentos mais críticos em valores monetários está sendo usado na residência?
- Como elaborar um ambiente que seja usado de maneira independente da concessionária? De maneira que o mesmo seja útil em toda extensão nacional.
- Como disponibilizar esse ambiente para os usuários de maneira clara, objetiva e principalmente simples?

Espera-se que ao sanar essas questões, os usuários poderão ter dados em mãos especificamente de sua residência. Assim, poderá ser possível fazer uma análise minuciosa de quais equipamentos podem ser substituídos por um mais eficiente. Quais equipamentos podem ser utilizados com melhor aproveitamento.

## **2. Cálculo do Consumo**

### **2.1. Cálculo do consumo de energia**

Antes de falarmos sobre o cálculo do consumo de energia em si, deve-se esclarecer alguns conceitos básicos acerca da eletricidade. Primeiramente, a potência (P): que pode ser definida como energia (E) aplicada por segundo (t). [CREDER 2007].

$$P = E \div t \quad (1)$$

Já a potência elétrica (P), é mais usualmente definida como o produto da tensão (V) – que pode ser definida como o quociente da energia potencial elétrica pela carga, como na Equação 2 –, pela corrente (I): que é a carga (Q) que passa por uma região em um determinado tempo, expresso na Equação 3.

$$V = E \div Q \quad (2)$$

$$I = Q \div t \quad (3)$$

$$P = V \times I \quad (4)$$

Observando as unidades que estão sendo trabalhadas na Equação 4, podemos notar que chegamos a primeira definição de potência (energia pelo tempo) na Equação 5.

$$P = (\text{joule} \div \text{coulomb}) \times (\text{coulomb} \div \text{segundo}) = (\text{joule} \div \text{segundo}) = \text{watt}. \quad (5)$$

Agora que temos a definição de potência, podemos entender como calculamos o consumo da energia. Energia é a potência dissipada ao longo de um certo tempo (Equação 5). Tratando-se de medições em instalações elétricas, o mais comum é de se encontrar esse tempo expresso em horas e a potência em quilowatts, desse jeito temos que a energia será expressa como kWh.

$$E = P \times t \quad (5)$$

Para sabermos o quanto de energia uma residência gasta por mês devemos saber a potência dos equipamentos presentes na instalação e a quantidade de horas que eles funcionam por mês, para facilitar descobre-se a quantidade de horas por dia e então multiplica-se pela quantidade de dias que o aparelho funciona no mês. Multiplica-se então a potência (em kW) pela quantidade de horas mensais, faz se então o somatório do consumo de todos os equipamentos de forma a se descobrir o consumo da instalação no todo. Para facilitar a compreensão, observemos as equações abaixo:

Energia gasta pelo aparelho 1 durante um mês:

$$E^1 = P^1 \times \text{quantidade de horas diárias} \times \text{quantidade de dias} \quad (6)$$

Energia gasta pela residência em um mês (onde n representa o número total de cargas que a residência possui):

$$E_{total} = E^1 + E^2 + E^3 + \dots + E_m \quad (7)$$

## 2.2. Cálculo da conta de energia elétrica

A fim de se saber o valor que o usuário irá pagar pela energia consumida, necessita-se de duas informações. A primeira tratada anteriormente é o quanto de energia que a instalação consome (em kWh), a segunda é o valor da tarifa da concessionária.

Tal tarifa cobre os custos da concessionária com a compra da energia (que vem de uma usina geradora), a transmissão e a distribuição da mesma, fora encargos e tributos do governo, entre outros custos, como por exemplo, as perdas com furto de energia. Essa tarifa varia de estado para estado, de acordo com esses fatores mencionados.

O valor da conta de energia será então o consumo (representado na Equação 7) multiplicado pelo valor da tarifa, valor esse dado em Reais.

$$\text{Valor da conta} = E_{total} \times \text{tarifa} \quad (8)$$

## 3. Criação da ferramenta online

Durante análises realizadas em outras ferramentas similares na internet, percebeu-se um teor individual. Os sites dedicados a simular o consumo de energia gasta pelo consumidor são limitados à região em que a concessionária fornecedora atua. A partir dessa informação, a ferramenta criada durante este trabalho permite que o usuário entre

com o valor da sua tarifa de energia local. Desse modo, a integridade das informações é mantida independente de questões geográficas.

### 3.1. Tecnologia utilizada

Outro fator relevante que se faz presente em outras ferramentas, e que carece de melhora, é a usabilidade. Alguns sites pesquisados são pesados para a navegação, além de apresentarem incompatibilidade dependendo do browser utilizado pelo usuário.

O site aqui desenvolvido foi programado com tecnologias presentes nativamente na maioria dos browsers. PHP foi a linguagem escolhida para a conexão ao banco de dados, escrito em MySQL. Para o desenvolvimento frontend, utilizamos as Bootstrap e a biblioteca jQuery. Todo cálculo é realizado por JavaScript. No mais, o site foi feito em HTML5 e CSS3 para o design da página, ambas em suas versões mais modernas até a produção deste artigo.

Vale notar que todas as tecnologias utilizadas na produção do site são gratuitas, disponibilizadas na internet pelos próprios desenvolvedores.

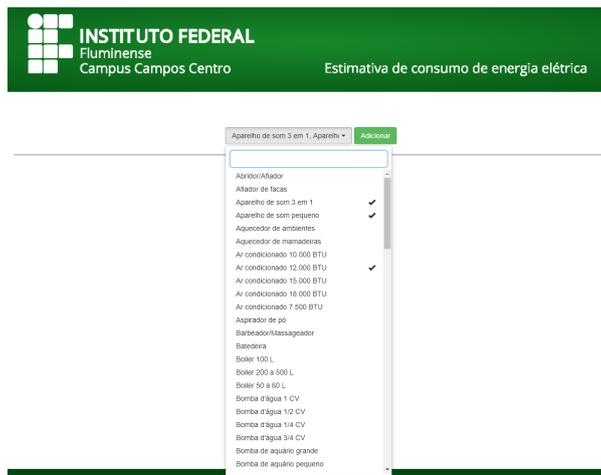
### 3.2. Apresentação do website

Abaixo, seguem capturas de tela do sistema que, exemplificam de forma mais clara, o funcionamento da ferramenta e seus diferenciais.



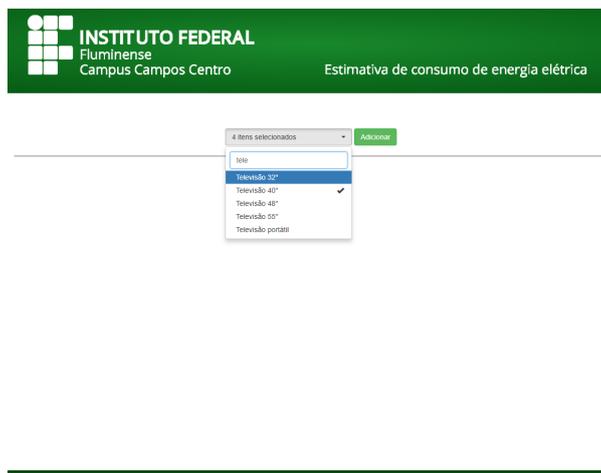
**Figura 1. Página inicial.**

A Figura 1 mostra como o site é exibido após o carregamento.



**Figura 2. Menu Dropdown.**

Quando clicado, o menu dropdown (Figura 2) exibe a lista de eletrodomésticos disponíveis para seleção e um campo de pesquisa (Figura 3).



**Figura 3. Busca por eletrodoméstico específico.**



**Figura 4. Lista dos eletrodomésticos selecionados.**

Depois de escolhidos os eletrodomésticos, o usuário clica em “Adicionar” e uma lista com informações de potência e uso é criada (Figura 4) com os equipamentos previamente selecionados pelo usuário.

Na Figura 4, observamos o diferencial da ferramenta desenvolvida: a possibilidade de entrar com o valor do kWh.

### **3.3. Programação do código fonte**

Para conseguirmos chegar a um site leve, algumas escolhas além das tecnologias utilizadas precisaram ser feitas.

O design da página foi programado com Bootstrap (uma biblioteca que une HTML, CSS e JavaScript) e CSS3. A lista de classes do Bootstrap permite agilidade na programação frontend (design) além de proporcionar um aspecto limpo ao site.

Todo o banco de dados é carregado junto com a página. Um arquivo PHP se conecta ao banco de dados e lê as informações (a lista com os equipamentos). Desse modo, todo o carregamento mais pesado é feito no início, o que deixa a navegação em diante fluída. Para que o usuário não seja bombardeado de informações visuais com todos os eletrodomésticos à mostra, um código escrito em jQuery oculta toda a lista. Isso ocorre rapidamente, logo após o carregamento do banco de dados, fazendo com que essa tarefa seja imperceptível ao usuário.

Uma vez carregada, a página é apresentada conforme a Figura 1. Daí em diante, nada mais é carregado. O usuário pode, até mesmo, utilizar a página offline. Todos os cálculos e a exibição dos equipamentos escolhidos (Figura 2) são processados pelo navegador.

Após a escolha dos eletrodomésticos, todo o cálculo é realizado pela linguagem JavaScript, presente em todos os navegadores populares. Por ser uma linguagem client-side, as informações são calculadas em tempo real, assim que houver intervenção do usuário.

As bibliotecas Bootstrap e jQuery são carregadas através de Content Delivery Network (CDN). Em tradução livre, a Rede de Entrega de Conteúdo são páginas mantidas pelos desenvolvedores das linguagens citadas, onde ficam hospedados os códigos necessários para o funcionamento das bibliotecas. O programador pode escolher entre baixar a linguagem e hospedar por conta própria, ou criar um link em seu arquivo HTML para a CDN do desenvolvedor. Neste trabalho, optamos pela segunda opção, uma vez que diminui o tamanho do site, necessitando de menos espaço do servidor de hospedagem.

## **4. Considerações finais**

Visto que passamos por momentos de instabilidade econômica, onde ocorrem reajustes na tarifa da energia elétrica com frequência, pensar na integridade das informações a ponto de fornecer um sistema que possa ser adaptado às necessidades do usuário fez a diferença.

Diante da necessidade de um sistema mais versátil, percebeu-se que, por termos possibilitado a alteração do valor do kWh, mais consumidores puderam usar a página independente da sua concessionária de energia elétrica.

As tecnologias utilizadas permitiram um site leve e que não necessita de muita banda de internet e nem plugins específicos, como Adobe Flash Player, para funcionar.

Outro ponto que foi aprimorado em relação a outras ferramentas já existentes foi o design. O site tem um aspecto limpo e é fácil de usar. Tais características foram alcançadas ocultando todos equipamentos por padrão, possibilitando ao usuário escolher quais deseja acrescentar à lista para a realização do cálculo.

Novas tecnologias estão sendo estudadas com o intuito de aperfeiçoar a aplicação e mais especificamente, um front-end mobile está sendo desenvolvido.

Após entrar com as informações sobre seus equipamentos, o usuário consegue ver separadamente o valor do consumo de cada eletrodoméstico, permitindo perceber qual influencia mais na conta de luz. Desse modo, é possível realizar uma economia direcionada, diminuindo o uso do equipamento que mais consome em sua residência.

Depois de finalizado, o trabalho foi apresentado à Direção de TI do IFF e aprovado. Até a finalização desse artigo, a ferramenta encontra-se em fase de teste e implementação nos servidores do Instituto. Após essa etapa, o site será disponibilizado à comunidade e a todos que tiverem interesse em usá-lo. Por ora, o site foi disponibilizado apenas aos alunos do Curso Técnico de Eletrotécnica para fins de teste de usabilidade e integridade dos cálculos.

## 5. Referências

- CREDER, Hélio. “Instalações Elétricas”. Rio de Janeiro. LTC, 2007.
- Câmara dos Deputados “Crise Hídrica”, <http://www2.camara.leg.br/documentos-e-pesquisa/fiquePorDentro/temas/crise-hidrica>, 25 mai. 2016.
- Embrapa “Entendendo a crise hídrica”, <https://www.embrapa.br/agua-na-agricultura/observatorio-safra-2014-2015>, 25 mai. 2016.
- IBGE “Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação”, <http://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>, 25 mai. 2016.
- Itamaraty “Recursos Hídricos”, <http://www.itamaraty.gov.br/pt-BR/politica-externa/desenvolvimento-sustentavel-e-meio-ambiente/176-recursos-hidricos>, 25 mai. 2016.
- Procel “Centro Brasileiro de Informação de Eficiência Energética”, <http://www.procelinfo.com.br/main.asp>, 25 mai. 2016.
- Ampla, “Ampla”, <http://www.ampla.com>, 27 mai. 2016.
- BootstrapCDN “BootstrapCDN”, <https://www.bootstrapcdn.com/>, 10 dez. 2016.
- jQuery “jQuery CDN – Latest Stable Versions”, <https://code.jquery.com/>, 10 dez. 2016.
- Aneel “BIG-Banco de Informações de Geração – Capacidade de Geração do Brasil”, <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>, 28 ago. 2017.
- EPE “Consumo mensal de energia elétrica por classe (regiões e subsistemas) – 2004-2017”, <http://www.epe.gov.br/mercado/Paginas/Consumomensaldeenergiael%C3%A9tricap>

orclasse%28regi%C3%B5esesistemas%29%E2%80%932011-2012.aspx, 31 ago.  
2017.