



## VisualEnergy - Monitoramento on-line de consumo de energia

Pedro Antônio da Silva Borges<sup>1</sup>  
Carlos Francisco Soares de Souza<sup>2</sup>  
Luís Gustavo Fernandes dos Santos<sup>3</sup>

### RESUMO

A utilização da energia elétrica tomou proporções que vão além do conforto e das necessidades básicas. Segundo o anuário de consumo de energia elétrica da Empresa de Pesquisas e Estatísticas ligada ao Ministério de Minas e Energia, o consumo de energia elétrica residencial cresce há pelo menos duas décadas, com exceção aos anos de 2001 e 2002, possivelmente em decorrência dos desligamentos programados consequência do baixo volume dos reservatórios e da falta de planejamento e investimentos no setor energético. Este momento serviu de gatilho para programas de reeducação no consumo de energia, onde ferramentas foram disponibilizadas para que o consumidor pudesse reduzir seu consumo residencial. Uma destas, o selo PROCEL, presente em equipamentos novos, apresenta informações de consumo energético que serviram como base para a criação de sites e aplicativos que estimam o consumo residencial baseado no perfil de uso e estimativa de consumo dos equipamentos, sendo uma opção visual para os consumidores que buscam a redução do consumo de energia. Na mesma direção, foi disponibilizada ao consumidor residencial a Tarifa Branca, que consiste em uma tarifação diferenciada em horários distintos, porquanto só tinha acesso ao modelo tarifário convencional, que apresenta apenas uma tarifa para todos os horários. Foi diante das informações disponibilizadas, e do modelo tarifário disponível, que este trabalho foi desenvolvido, ele propõe um sistema web que possibilita a visualização do consumo energético de equipamentos em tempo real, aferidos através de um protótipo medidor próprio, que possibilite ao consumidor acesso as informações que lhe permitirão a tomada de decisão sobre a tarifa energética mais adequada para sua característica residencial.

**Palavras-chave:** Medidor de energia, aplicação web, eletricidade, consumo de energia

### 1. INTRODUÇÃO

A energia elétrica é necessária em todas as áreas da sociedade, desde a produção de matéria prima até o funcionamento das indústrias, seja em escolas, hospitais, trânsito, dentre outros. Entre os anos 2001 e 2002, aconteceram desligamentos programados de energia elétrica em algumas regiões do país, ocasionados pelo baixo nível dos reservatórios, atribuídos a falta de chuvas, planejamento e investimentos na geração, transmissão e distribuição de energia elétrica.

<sup>1</sup> IFSUL - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense - Brasil.

<sup>2</sup> IFSUL - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense - Brasil.

<sup>3</sup> IFSUL - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense - Brasil.

Segundo dados da Pesquisa Energética [1], uma empresa pública vinculada ao Ministério de Minas e Energia, o consumo de energia elétrica residencial cresce há pelo menos duas décadas e meia <sup>4</sup>, em vista deste cenário crescente, o governo federal adotou medidas para auxiliar na reeducação e redução do consumo de energia. Uma delas, o selo PROCEL, presente em equipamentos novos, que apresentam informações de consumo energético, e que serviram como base para a criação de ferramentas que estimam o consumo residencial baseado no perfil de uso e média de consumo de cada equipamento residencial, em busca da redução do consumo de energia. Outra medida, foi a disponibilização de mais uma modalidade tarifária, a Tarifa Branca <sup>5</sup>, que consiste em uma tabela de preços que se alternam em diferentes horários do dia, tornando-se uma opção para consumidores que conhecem, pelo menos parcialmente, o seu perfil de consumo, que até este momento só tinham a seu dispor a tarifa convencional, um preço único sem variação horária ou diária.

Com o aumento do consumo de energia elétrica residencial, o preço do *kilowatt/hora*<sup>6</sup> também passou a ser crescente, levando o consumidor, que se enquadram no consumo de baixa tensão, a optar por fontes de energia alternativas, como a fotovoltaica, que hoje é realidade em muitas residências do país, conforme Ministério de Minas e Energia [2].

Aliado a isto, o consumidor também tem colocado em xeque o seu comportamento de consumo, desde a linha tênue do conforto na utilização ao desperdício de energia em decorrência do tempo de utilização, bem como os horários que melhor se adaptam a demanda das famílias. A tentativa de adequar-se a esta nova realidade de opções tarifárias de energia *startups* como a CUBI<sup>7</sup> e NETYS<sup>8</sup>, empresas consolidadas no mercado de infraestrutura de tecnologia como a TP-Link [3] tem desenvolvido soluções que auxiliam o consumidor a readequar o seu perfil a partir do conhecimento de detalhes do seu consumo de energia elétrica.

Nessa linha, o presente trabalho propõe uma ferramenta que recebe dados de consumo de energia elétrica de um protótipo medidor, onde é possível monitorar e apresentar ao usuário informações de consumo em diferentes formas: em gráficos atualizados em tempo real, e; através de relatórios em períodos específicos, apresentados em diferentes tarifações.

## 2. TRABALHOS RELACIONADOS

No cenário do consumo de energia residencial, é possível observar trabalhos de medições de energia com propostas semelhantes, visando disponibilizar ao cliente dados de seu consumo, contando com dispositivos que coletam os dados das medições e disponibilizam de diversas formas, variando entre redes cabeadas, internas ou externas, e com possibilidade de acesso remoto, dentre outras.

---

<sup>4</sup> A empresa publica um Anuário que disponibiliza dados de consumo de energia elétrica a partir do ano de 1995 até e o ano anterior.

<sup>5</sup> <http://www.aneel.gov.br/tarifa-branca>

<sup>6</sup> kilowatt/hora: é a unidade de medida de consumo por um aparelho durante um determinado período de funcionamento, ou seja, o consumo de 1.000 watts no tempo de 1 hora.

<sup>7</sup> <https://www.cubienergia.com/>

<sup>8</sup> <http://www.netys.com.br/>

Quando o assunto é consumo de energia elétrica, uma das principais preocupações é a busca pela eficiência, como demonstra a pesquisa feita por ROVERE [4], onde mais de 90% (noventa por cento) dos consumidores optariam por uma forma de aferição que pudesse discriminar o consumo, e, adicionalmente, 95% (noventa e cinco por cento) dos entrevistados relataram que agiriam de forma mais econômica caso tivessem acesso ao seu consumo de forma mais detalhada. O autor propõe um sistema constituído a partir de um medidor de energia ligado a uma tomada, que serve como ponte para ligar o equipamento que será medido. Esse medidor é capaz de aferir corrente e tensão, e enviar para uma central de coleta de dados, responsável por tratar, armazenar e disponibilizar informações provenientes destes dados através de uma página web. Interessante ressaltar que a arquitetura proposta pelo autor se concentra em um Raspberry PI<sup>9</sup>, fazendo com que mesmo que a rede esteja indisponível, a medição e o armazenamento dos dados continuam sendo realizados, podendo ser acessados quando a rede voltar ou diretamente no microcomputador.

Em uma abordagem alternativa, a tese de PIRECOTTY[5] apresenta um protótipo de baixo custo, utilizando Arduino UNO e um sensor de corrente não invasivo, onde sua instalação é feita de uma forma a não necessitar de exposição ao risco elétrico com a exposição dos condutores a serem medidos ou de qualquer outra parte metálica que possa oferecer risco ao usuário, o SCT-013 com capacidade de 100A de corrente, que além de efetuar a medição do consumo, disponibiliza para o cliente os dados em valores monetários, uma forma já bem conhecida pelo consumidor, tal qual a conta impressa de energia.

Esta funcionalidade realmente atrai a atenção do consumidor que pode ver o valor gasto por cada equipamento através de um *display-lcd* ou de um aplicativo em seu *Smartphone*, o qual se comunica com o medidor através de *bluetooth*, superando as funcionalidades de um medidor residencial.

A visualização de consumo de energia através de valores monetários, e em tempo real, e o início de uma nova era no consumo de energia residencial, pois o impacta diretamente na renda mensal das famílias, que poderão readequar seu consumo nos horários de pico.

Entretanto um dos fatores limitantes nesta proposta é a comunicação *bluetooth*, uma vez que o celular e o dispositivo que irá aferir e disponibilizar estes dados tem de estar dentro de uma área específica de alcance, para que a comunicação seja possível. Outro ponto importante a ser melhorado é que o referido trabalho não grava as informações de consumo.

FERREIRA [6] realizou um estudo de tecnologias de medições de energia disponíveis no cenário atual e propôs um medidor de corrente, potência e tensão elétrica, com as correções de defasagem de correntes harmônicas<sup>10</sup> contando com medições mais específicas de qualidade de consumo e identificação de equipamentos pela análise da assinatura elétrica

---

<sup>9</sup> Raspberry PI: e um microcomputador de baixo custo que possui o tamanho similar a um cartão de crédito. É bastante utilizado no desenvolvimento de soluções para Internet das Coisas

<sup>10</sup> Correntes harmônicas: de correntes cujas frequências são um múltiplo da frequência fundamental de 60 Hz, podendo interferir na tensão do sistema, resultando em harmônicas de tensão e também nas cargas alimentadas pelo mesmo circuito.

<sup>11</sup>, os dados coletados a partir dos sensores ligados a um Arduino, são enviados diretamente a um computador através da porta serial, onde são processados para que sejam visualizados na tela do computador.

Outra abordagem de medição residencial com dispositivo construído com tecnologia do Arduino, e o trabalho proposto por BRITTO [7], que desenvolveu um sistema capaz de medir o consumo total da residência junto ao quadro de entrada de energia elétrica, utilizando a plataforma *Blynk*<sup>12</sup>, para desenvolver a conexão com uma interface *android*, o que possibilitou no desenvolvimento deste sistema, mas não conta com uma visualização através do computador ou outra interface além do display direto no protótipo, contando para isso com a comunicação de uma aplicação *android* para o *Smartphone*.

Já a proposta do trabalho realizado por DINNIZ [8], traz o desenvolvimento de um medidor digital, que tem a capacidade de medir a energia consumida no quadro geral de medição de uma residência, enviando os dados de medição que são monitorados em tempo real através de comunicação *bluetooth*<sup>13</sup> que é recebido por um *smartphone* ou computador, este disponibiliza os dados de consumo para que o usuário tenha acesso de uma forma a não envolver a medição da concessionária.

### 3. SOLUÇÃO PROPOSTA

Este trabalho busca disponibilizar ao consumidor, uma forma dinâmica de visualização do consumo de energia elétrica em sua residência, através de uma aplicação web, capaz de gerar um gráfico em tempo real, no momento em que está ocorrendo o consumo, possibilitando ainda a geração de relatórios nas diferentes bandeiras tarifárias.

A arquitetura da solução proposta segue a estrutura apresentada na Figura 1 a ser descrita nas próximas seções.

#### 3.1 Protótipo de medição

O protótipo de medição monofásica de um único ponto de energia foi desenvolvido com a plataforma Arduino. Como requisito para construção, era necessário pelo menos uma porta analógica para a ligar o sensor de corrente, e um módulo para comunicação com uma rede WI-FI, possibilitando acesso à internet.

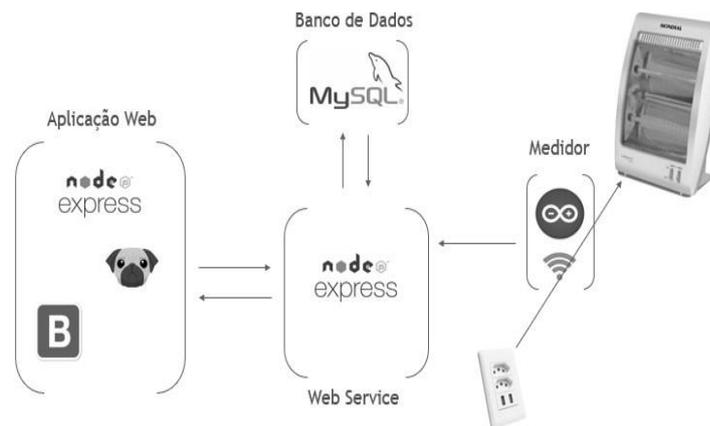
---

<sup>11</sup> Análise de assinatura elétrica (ESA): (ESA) é um método de ensaio energizado, onde as formas de onda de tensão e corrente são capturadas enquanto o motor estiver funcionando e depois - com a Transformada Rápida de Fourier (FFT) - uma análise espectral e realizada utilizando um software específico.

<sup>12</sup> Blynk: é uma plataforma que integra um aplicativo (iOS e Android) com o hardware, que pode ser ESP8266, Arduino, Raspberry Pi, Intel Edison, entre outras plataformas de desenvolvimento.

<sup>13</sup> Bluetooth: é um protocolo padrão de comunicação primariamente projetado para baixo consumo de energia com alcance relativo, dependendo de seus componentes, chegar a 1 metro, 10 metros ou 100 metros de distância.

Figura 1. Imagem da arquitetura deste trabalho.



Fonte: Autoria própria.

Após alguns testes iniciais, chegou-se ao modelo ESP8266- NodeMCU, que é um microcontrolador com comunicação *wifi* integrada que através da biblioteca *wifi manager*, que é utilizada para realizar um roteamento do NodeMCU, sendo visualizado e mapeando as redes disponíveis para que seja feito o acesso à rede, realizando a comunicação do protótipo com a aplicação web. O NodeMCU, possui uma porta analógica, uma necessidade de *hardware* para a solução, onde foi ligado um sensor de corrente SCT-013, capaz de medir a corrente elétrica de uma forma não invasiva, com a utilização da biblioteca *monlib* para realização dos cálculos de leitura do sensor de corrente, atendendo a necessidade de coletar dados, o processo de calibração dá-se através do comparativo da ferramenta alicate amperímetro<sup>14</sup> do modelo Politem TRUE-RMS AC / DC modelo POL-08, e enviá-los a um *web service*.

### 3.2 Web Service

Optou-se pela arquitetura da aplicação contendo um *web service* utilizando o protocolo HTTP<sup>15</sup> para dar suporte a escalabilidade para outras plataformas, como relacionadas na seção V-A.

Para o desenvolvimento desta camada, optou-se pela estrutura do NodeJs, que é uma linguagem baseada no motor de JavaScript V8<sup>16</sup> do navegador *Google Chrome*, que tem sido a cada dia mais utilizada devido a suas características, por usar um modelo de entrada e saída não bloqueante, orientado a eventos é assíncrono [9].

De forma complementar, foi utilizado o *ExpressJS*, que é um *framework* para desenvolvimento web.

<sup>14</sup> Alicates Voltamperímetro: ferramenta utilizada para medir a corrente de energia elétrica de um condutor não sendo invasivo

<sup>15</sup> HTTP é sigla de *HyperText Transfer Protocol* que em português significa "Protocolo de Transferência de Hipertexto". É um protocolo de comunicação entre sistemas de informação que permite a transferência de dados entre redes de computadores, principalmente na World Wide Web (Internet).

<sup>16</sup> engine V8: compila e executa códigos JavaScript no navegador do Google Chrome, baseada em C++ e open source.

No *web service* tem-se rotas de comunicação do dispositivo medidor enviar medições, a serem armazenadas no banco de dados, além de rotas utilizadas pela aplicação web para consulta de dados e inclusão de equipamentos e configurações.

### 3.3 Aplicação web

A aplicação web foi desenvolvida para o consumidor conseguir acompanhar o consumo instantâneo de seus eletrodomésticos, visualizando seus gastos, aproximados, em reais em tempo real.

O NodeJs foi utilizado também na camada da aplicação web, desta vez não apenas com o *framework* ExpressJS, mas também com o *template engine* Pug, rico em recursos, implementado em JavaScript, que tem como principal característica ser uma linguagem que trabalha com identação ao invés de *tags*, o que torna o código mais enxuto e legível, e a biblioteca Axios, para requisições entre a aplicação e o *web service*.

Adicionalmente, foi utilizado o *framework* Bootstrap, uma ferramenta de código aberto para desenvolvimento de interfaces *front-end* baseada em html, css e javascript, sendo utilizada neste projeto para construção do *layout* da aplicação, em função da responsividade e da adaptação para diferentes visualizações, além do JQuery Flot para a construção do gráfico de mostragem de consumo de energia.

As telas principais da aplicação web, consistem na interação do cliente com as configurações de consumo dos equipamentos, juntamente com as formatações de visualização das quantidades de consumo e de valores monetários nas diferentes tarifações vigentes.

A aplicação web conta com um menu lateral que dispõe de telas de acesso, facilitando a interação do usuário do sistema para compor os relatórios e para a visualização do fluxo de energia que está sendo consumida.

Na tela de configurações, o consumidor tem a opção ao de inserir o valor do *kilowatt/hora*, e a tensão de fornecimento de energia oferecida pela concessionaria conforme a figura 2, que pode ser 127 volts ou 220 volts, dependendo da concessionaria e da região do estado ou país.

**Figura 2.** Insere valor do kilowatt/hora e tensão.

Tarifa kwh	Tensão	
0.8	220	Alterar

Fonte: Autoria própria.

Os valores inseridos nesta tela da Figura 2 irão compor a base de cálculo para a composição dos relatórios de consumo, que pode ser utilizado em diferentes ambientes, com tipos de

fornecimento e de valores de *kilowatt/hora* variados, pois quando a tela é acessada, ele retorna do banco os últimos valores inseridos nesta configuração pelo usuário.

Além das configurações, é possível atribuir o tipo de eletro doméstico que está sendo utilizado.

A atribuição do eletrodoméstico na Figura 3, é utilizada na visualização do relatório por equipamento e na visualização do gráfico de consumo, demonstrado por equipamento, gerado pela atribuição do eletrodoméstico inserido nesta tela.

**Figura 3.** Atribuição do eletrodoméstico medido.

A interface de usuário para o cadastro de eletrodomésticos. No topo, o título "CADASTRE O ELETRODOMÉSTICO" está em negrito. Abaixo dele, há uma instrução "Insira o eletrodoméstico que será medido:" seguida de um campo de texto rotulado "Equipamento". Um botão "Inserir" está à direita do campo. Abaixo, a seção "EQUIPAMENTOS:" lista "Aquecedor" e "Cafeteira", cada uma com um link "Editar" ao lado.

Fonte: Autoria própria.

A geração dos relatórios de consumo é a integração dos valores inseridos na tela de configurações, referente a figura 2 e as datas, inicial e final, que é passada no menu relatório, tornando mais simples para que o usuário possa visualizar o quanto está efetivamente gastando no período solicitado.

**Figura 4.** Data de consumo.

A interface de usuário para a seleção do período de consumo. No topo, o título "SELECIONE O PERÍODO DE CONSUMO:" está em negrito. Abaixo dele, há campos para "Data de início" e "Data final", um menu suspenso rotulado "Relatório total" e um botão "Enviar". Abaixo dos campos, há um calendário para o mês de "July 2019" com dias da semana (Su, Mo, Tu, We, Th, Fr, Sa) e números dos dias (1 a 31).

Fonte: Autoria própria.

Com a inserção dos dados para a geração dos relatórios, a visualização se dá através da tela visualizada na imagem 5 que disponibiliza ao consumidor de energia o acesso aos dados de consumo total ou por equipamentos, gerados pela soma de todos os protótipos medidores e suas respectivas atribuições aos eletrodomésticos inseridos na tela referenciada na imagem 3.

**Figura 5.** Valores em diferentes classes tarifárias.



Fonte: Autoria própria.

Contudo, a visualização dos consumos através dos relatórios, não necessita que o protótipo medidor esteja ligado, e necessário que se tenha dados inseridos nos períodos em que se faz a requisição dos dados que o usuário fizer a solicitação. Mas para a visualização de consumo em tempo real, que é demonstrada pelo gráfico de consumo, o usuário necessariamente tem de ter um protótipo medidor ligado, gerando dados para o sistema que irá representar graficamente os dados de consumo dos equipamentos, que serão selecionados conforme a descrição inserida na tela de cadastro de eletrodomésticos, visualizada na imagem 3.

O gráfico por sua vez é visualizado como na imagem 6, que necessita de um medidor em atividade e gerando dados de consumo, caso contrário, o gráfico gerado não terá visualização, seguindo uma linha contínua de medição zero.

**Figura 6.** Gráfico de consumo em tempo real.



Fonte: Autoria própria.

### 3.4 Banco de Dados

Para o armazenamento dos dados da ferramenta proposta por este trabalho foi utilizado o banco de dados relacional MySQL<sup>17</sup>, embora para aplicações que trabalhem com dados em tempo real ou de grande fluxo de dados sejam recomendados banco de dados não relacionais [10].

Essa opção foi feita devido a dois recursos utilizados na solução proposta por este trabalho disponíveis apenas em banco de dados relacionais, *Triggers* e *Stored Procedure* [11], que foram utilizados na construção dos relatórios, de consumo para calcular o tempo entre

<sup>17</sup> <http://www.mysql.com>

medições de um mesmo equipamento, e para realização do cálculo dos valores mostrados nos relatórios.

Uma das razões do autor ter escolhido o banco de dados relacional é trazer o processamento dos relatórios para o banco de dados, desonerando o *web service*.

A *trigger* é disparada cada vez que uma medição de corrente de energia é realizada, para calcular o tempo para a última medição realizada pelo mesmo equipamento. Essa informação é utilizada pela *stored procedure* para calcular o tempo total que um equipamento ficou ligado, incrementando os tempos calculados pela trigger se for menor que cinco segundos, e descartando caso seja maior, entendendo que o equipamento esteve desligado, e, não utiliza este período para composição do cálculo dos relatórios.

#### 4. RESULTADOS

Dos resultados obtidos, a aplicação web responsiva fornece ao usuário as opções para ajustes de configurações, medições e relatórios. Na primeira, é possível atualizar o valor do kilowatt/hora e a tensão da rede, além de associar equipamentos aos medidores.

Para visualização das medições, a aplicação disponibiliza um gráfico de consumo, atualizado em tempo real, onde o usuário seleciona de qual dos medidores disponíveis gostaria de acompanhar a medição é possível ver as variações de consumo ou a linearidade em decorrência das variações de parâmetros elétricos dos equipamentos que estão sendo medidos.

A geração dos relatórios, por sua vez, é feita a partir da seleção das datas inicial e final, e o tipo do relatório, se total ou de um equipamento específico. Esses dados são enviados para o *web service*, que devolve os dados dos relatórios conforme solicitados.

Com estas características de utilização, o VisualEnergy pode demonstrar ao consumidor o real consumo de seus equipamentos, independente do tempo de utilização e de sua depreciação. Contudo a capacidade de geração de relatórios nas diferentes bandeiras tarifárias pode ser utilizada como mais um recurso para o consumidor conhecer melhor os horários de utilização de energia elétrica, bem como o tempo em que cada equipamento foi utilizado.

A Figura 7 apresenta um comparativo em termos das principais características do VisualEnergy, comparada aos demais trabalhos relacionados na seção II é possível notar que os que não oferecem uma interface web são os de PIRECOTTY [5] e BRITTO [7], e a comunicação por *bluetooth* e ligação no quadro geral o VisualEnergy não disponibiliza pois não faz parte de sua proposta no atual momento.

Já o diferencial no comparativo é a presença do *web service*, armazenamento de dados e a emissão de relatórios em diferentes condições tarifárias agentes no mercado de consumo de energia elétrica somente o VisualEnergy disponibiliza para o consumidor.

**Figura 7.** Comparativo das principais funcionalidades dos trabalhos relacionados e com as do VisualEnergy.

Funcionalidades	[Rovere 2017]	[Alysson Pericotty 2016]	[Ferreira 2012]	[de Brito 2016]	[B. R. A. Diniz 2017]	Visual Energy
Valor em Reais	X	X	----	----	----	X
Relatórios	----	----	----	----	----	X
Interface Web	X	----	X	----	X	X
Bluetooth	----	X	----	----	X	----
Display	----	X	----	----	X	----
Ligação no quadro	----	----	----	X	X	----

Fonte: Autoria própria.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi possível desenvolver um protótipo medidor de corrente elétrica próprio, que desde as primeiras interações de leituras de corrente foi calibrado com um alicate volt-amperímetro, ferramenta profissional utilizada para a aferição e medição de corrente de energia.

Uma vez que o protótipo conectado à internet através de uma rede sem fio, as leituras realizadas estão sendo enviadas para o *web service*, que está com suas funcionalidades operantes, testadas individualmente através de ferramentas adequadas, em vista da escalabilidade, que desde o primeiro momento foi uma característica buscada.

Todas as interações das rotas do *web service*, ou seja, o caminho que as requisições se direcionam estão interagindo de forma plena com o banco de dados, onde estão sendo armazenados os dados de medição. A *trigger* e as *store procedures* estão funcionais, realizando os cálculos e disponibilizando os dados para compor os relatórios. Por em ainda se faz necessário testes mais intensos, onde os equipamentos fiquem ligados mais tempo, em busca de otimizar a aplicação e o cálculo dos tempos de medições.

A aplicação web está funcional, permitindo que o usuário insira configurações específicas de sua concessionária de energia, como o valor do kilowatt/hora e da tensão da rede para compor os relatórios de consumo. É possível também gerar relatórios de consumo por períodos definidos pelo usuário, e ainda, por equipamento ou de todos os equipamentos ligados no período solicitado.

O desenvolvimento dos relatórios considerando diferentes valores tarifários foi um grande desafio, pois exigiu estudo das estruturas que envolvem o cálculo dos valores gerados na conta final de energia elétrica das concessionárias. A tarifa convencional possui um valor linear, porém a tarifa branca apresenta valores diferentes para três períodos distintos. Contudo, foi possível chegar a uma solução satisfatória para o cálculo dos valores gerados em Reais pelo consumo de equipamentos eletrodomésticos.

Outro desafio foi a geração do gráfico em tempo real de consumo, sendo utilizada a biblioteca jQuery Flot para compor o gráfico, que busca no *web service* os dados das medições gerados pelo protótipo medidor. Esta interação entre os elementos componentes

da arquitetura estão funcionais e gerando o gráfico de consumo em tempo real, tendo a necessidade de um ou mais equipamentos estarem ligados e, consumindo energia para ser possível visualizar o fluxo de corrente elétrica, caso contrário, se um equipamento selecionado não estiver consumindo energia, o fluxo de energia será zero, consequentemente a linha paralela ao consumo de energia será zero..

## 5.1 Trabalhos futuros

Como sugestão de trabalhos futuros, a realização de testes em maiores períodos de medição, com um maior volume de dados, e uma proposta que pode demonstrar uma melhor visibilidade do comportamento do sistema em ambientes de maiores fluxos de energia.

Melhorar a interface do usuário, tornando-a mais intuitiva, trazendo mais informações sobre o comportamento de consumo, através da implementação de mais módulos na aplicação, como o de login e senha, deixando mais definido o padrão de utilização.

Investigar a utilização do protocolo MQTT<sup>18</sup>, utilizado em soluções para internet das coisas e os impactos na substituição do HTTP, protocolo bidirecional de mensagens, o que com um volume de dados maior pode causar um fluxo desnecessário de dados, exigindo mais do hardware.

Estudar e investigar o uso e da utilização de banco de dados não relacionais em substituição ao relacional, e os impactos na aplicação atual.

## 6. REFERÊNCIAS

- [1] E. E. de Pesquisa Energética, **Anuário Estatístico de Energia Elétrica** 2018, 1st ed. Rio de Janeiro: MW Comunicação Integrada, 2018, p. 249.
- [2] Ministério de Minas e Energia, "**Governo prepara salto da energia solar em residências e empresas,**" Disponível em: <http://www.bracier.org.br/site/noticias/brasil/5352-governo-preparasalto-da-energia-solar-em-residencias-e-empresas.html> Acesso em: Agosto 2019.
- [3] TP-Link, "**Kasa smart wi-fi plug with energy monitoring hs 110,**" Disponível em: <https://developers.google.com/web/fundamentals/codelabs/your-firstpwapp/?hl=pt-br><https://www.tp-link.com/uk/home-networking/smartplug/hs110/>. Acesso em: Julho 2019.
- [4] R. L. D. Rovere, "**Protótipo de um sistema inteligente de monitoramento de consumo de energia elétrica de uma residência.**" São Paulo: Universidade de São Paulo - USP, 2017, vol. 1, p. 63.

---

<sup>18</sup> MQTT, acrônimo de *Message Queuing Telemetry Transport* (anteriormente conhecido como *MQ Telemetry Transport*), e um protocolo unidirecional de mensagens leve para sensores e pequenos dispositivos móveis, otimizado para redes TCP/IP não confiáveis ou de alta latência.

- [5] F. C. e. G. G. Alysson Pericotty, "**Desenvolvimento de um protótipo para medição de energia elétrica.**" Curitiba: Universidade Tecnológica Federal do Parana (UTFPR), 2016, vol. 1, p. 73.
- [6] J. B. Ferreira, "**Análise de Formas de Medição de Consumo de Energia elétrica no Setor Residencial.**" Recife: Universidade Federal de Pernambuco Centro de Informática, 2012, vol. 1, p. 74.
- [7] J. L. G. de Brito, "**Sistema para monitoramento de consumo de energia elétrica particular, em tempo real e não invasivo utilizando a tecnologia Arduino,**" U. E. de Londrina, Ed. Universidade Estadual de Londrina, 2016.
- [8] A. A. E. e. A. R. A. B. R. A. Diniz, "**Projeto e desenvolvimento de um medidor digital de energia elétrica monofásico para aplicações residenciais.**" C. e. T. d. C. Instituto Federal de Educação, Ed. Instituto Federal de educação, Ciência e Tecnologia do Cear a, 2017. [9] R. R. Lecheta, Node Essencial., 1st ed. Novatec, 2018.
- [9] M. F. Pramod J. Sadalage, NoSQL **Um Guia Conciso para o Mundo emergente de Persistência Poliglota.** , 1st ed. Novatec, 2013.
- [10] C. Date, **Projetos de banco de dados e teoria relacional.**, 2nd ed. Novatec, 2015.