

SISTEMA DE APOIO À EFICIÊNCIA ENERGÉTICA BASEADO NA TARIFAÇÃO PRÉ-PAGA DE ENERGIA ELÉTRICA

Diego Siqueira Menezes¹; Ludymylla Dias Gusmão¹; Wallace da Silva Pimenta de Castro¹; Adan Lucio²;

1. Bacharel em Engenharia Elétrica pela Faculdade Brasileira – Multivix (Vitória)

2. Engenheiro da Computação, Mestre em Energia, Docente na Faculdade Brasileira – Multivix (Vitória)

RESUMO

O setor elétrico brasileiro necessita de uma reforma tecnológica e sustentável para impulsionar o desenvolvimento do país. Concomitantemente, reestruturações vêm acontecendo no mundo inteiro, por meio da inserção de fontes alternativas de energia, novos sistemas de tarifação e a adaptação de novas tecnologias e mudanças de hábitos que causam impactos no consumo de energia. A postura do consumidor em relação ao consumo de energia elétrica é fator fundamental frente a perspectivas econômicas, sociais e ambientais, enaltecendo a importância de se ter uma população engajada e consciente das implicações de seus atos de consumo. A energia advinda das hidrelétricas é à base da matriz energética brasileira, mas o alto preço cobrado somado com o aumento do consumo e as dificuldades com a geração da mesma nos convida a economizar energia ou pelo menos eliminar o desperdício. Este trabalho apresenta um sistema alternativo de pagamento de energia elétrica enfocando a utilização de pré-pagamento como forma de diminuir o consumo residencial e como resultados se tem uma comparação entre o método de consumo convencional e o método de consumo pré-pago.

PALAVRA CHAVE: Sistema pré-pago; tarifação de energia elétrica; medidor eletrônico de energia.

ABSTRACT

The Brazilian electricity sector requires a technological and sustainable reform to boost the country's development. At the same time, restructuring takes place worldwide through the insertion of alternative energy sources, new tariff systems, and the adaptation of new technologies and changing habits that cause energy consumption. A consumer attitude towards electricity consumption is a key factor in the face of economic, social and environmental perspectives, increasing the importance of an engaged population aware of the implications of their consumption effects. An advanced power from hydroelectric plants is a basis of the Brazilian energy matrix, but the high price is calculated with the increase of consumption and the difficulties with its generation in the invitations to save energy or less to avoid waste. This paper presents an alternative electricity payment system, focusing on the use of prepayment as a form of residential consumption reduction and results as a comparison between the conventional consumption method and the prepaid consumption method.

KEYWORD: Prepaid system; electricity tariff; electronic energy meter.

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento industrial, a evolução do estilo de vida e o desenvolvimento de novas tecnologias conduziram a um aumento crescente na demanda por fontes energéticas. de 2005 a 2016 a demanda brasileira por energia elétrica cresceu em média 3% ao ano. Para suprir essa demanda é necessário o desenvolvimento de uma

matriz energética sólida e confiável. A abundância de recursos hídricos no Brasil tornou óbvia a escolha dessa fonte que representa 64% da oferta interna de energia, de acordo com a Empresa de pesquisa energética (EPE, 2017). Entretanto os níveis dos reservatórios variam em função da sazonalidade e do volume de chuva que afetam o setor de energia.

A necessidade de preservar os recursos naturais do planeta tem promovido a busca por fontes renováveis de energia. As mudanças climáticas observadas no planeta têm feito com que países como o Brasil, rico em recursos hídricos, busquem soluções para as crises energéticas causadas pelas condições hidrológicas desfavoráveis, para evitar casos como o que ocorreu no Brasil nos anos de 2001 e 2002 denominado “Crise do apagão”. A mesma foi resultado da combinação do baixo nível dos reservatórios de água do país e a falta de investimento na geração e na transmissão de energia elétrica. Isso fez com que o governo federal implementasse uma rigorosa política de racionamento de energia para resolver assim o problema da época (COELHO JUNIOR et al., 2018; WERNER, 2019).

No Brasil, durante os períodos de seca, a demanda de energia pode superar a capacidade de geração das usinas hidrelétricas, e então as usinas termelétricas são as principais responsáveis por complementar à demanda de energia. Porém, o acionamento dessas usinas pode causar sérios danos ambientais e aumentar o custo de geração da energia elétrica. Faz-se necessário então encontrar soluções de energia limpa com sistemas sustentáveis e com viabilidade econômica para atrair novos investimentos (SIMAS e PACCA, 2013).

2 IMPLEMENTAÇÃO DA TARIFAÇÃO PELO MUNDO

O pré-pagamento de energia é utilizado em países como África do Sul, Argentina, Austrália, Inglaterra, Escócia, Colômbia, EUA, França, Moçambique, Peru e Reino Unido.

O sistema de cobrança pré-pago já funciona em países como Reino Unido, Argentina, África do Sul e Colômbia. No Brasil, há projetos pilotos em São Paulo, no Rio e em regiões do Amazonas. A regulamentação deve ampliar o

sistema para todo o país. A Aneel diz que, nesses locais, o consumidor passou a usar melhor a energia. “Quando os créditos estão acabando, elas passam a tomar banho mais morno e mais rápido e a assistir menos TV. Ter a exata noção do gasto só é possível no sistema pré-pago”, disse o superintendente de Regulação da Comercialização da Eletricidade da Aneel, Marcos Bragatto. (ANEEL).

Na África do Sul, houve uma época em que a população em protesto, boicotou o pagamento de energia, por conta de questões políticas. Por isso, algumas empresas distribuidoras de energia decidiram implantar o sistema pré-pago para evitar inadimplências domésticas (THORNE, 1995), que inicialmente era bem simples, mas com o passar do tempo foi se tornando mais sofisticado. Esse problema de inadimplência no país, é um dos grandes desafios a serem superados pelo sistema. No país, alguns dos medidores utilizados dispararam um alarme sonoro caso exceda o valor de kWh.

Em países como a Inglaterra, Grã-Bretanha e Escócia, depois da implantação do sistema, foram observadas aumento de consumidores ativos. Existem na Grã-Bretanha cerca de 5,6 milhões de medidores pré-pagos (EA - Energy Agency, 2004). Nesses países os benefícios foram muitos. Como exemplo, alguns dos medidores têm capacidade de fazer a gestão da carga.

Porém, como os clientes deveriam sair de suas casas para comprar novos créditos de energia, houveram idosos em invernos rigorosos que por falta de apoio não conseguiram sair de suas residências, tendo até relato de morte em função da falta de aquecimento. A partir disso, foi criado um botão emergencial, que gera um crédito extra sem a necessidade da compra externa.

Na França, quase cem por cento dos usuários ficaram satisfeitos, pois conseguiram economizar energia, além de monitorar o consumo, melhorando o orçamento. Metade mudaram os hábitos, ou seja, houve aumento considerável na conscientização de economia de energia.

Na Irlanda do Norte, a principal diferente e inovação do sistema pré-pago, é o medidor

utilizado, o chamado KEY METER. Pois no medidor, está acoplado um teclado numérico que é usado diretamente para colocar os créditos. Além disso, as concessionárias oferecem um bônus para quem migra para esse sistema, como por exemplo, a diminuição na tarifa comparado ao sistema convencional. O usuário também não pode ser desligado entre 16:00 e 08:00 mesmo que esteja sem créditos, esta é uma imposição do órgão regulador do país, porém, em sua próxima compra, será debitado o valor que foi utilizado anteriormente. Há também um valor mínimo de 5 Euros para recarga de créditos.

Na América do Sul, em alguns países como Argentina, Bolívia, Colômbia, Peru e Venezuela, esse sistema também já foi instaurado. Com aprovação quase que toda aproveitada, os clientes relatam redução do consumo, e maior controle do mesmo. Na Argentina, a concessionária define um valor limite de compra de kWh de energia para cada unidade consumidora. Na tabela 1, abaixo, será apresentado uma relação de países e número de medidores instalados do sistema pré-pago em todo o mundo.

TABELA 1 - TOTAL DE MEDIDORES PRÉ-PAGOS ESPALHADOS PELO MUNDO

Países	Número de medidores	%
China	7.000.000	35,74
Inglaterra	5.900.000	30,13
África do Sul	4.050.000	20,68
Turquia	2.000.000	10,21
Estados Unidos	55.000	0,28
Bélgica	50.000	0,26
Irlanda	24.000	0,12
França	25.000	0,13
Namíbia	20.000	0,1
Tanzânia	12.000	0,06
Austrália	35.000	0,18
Nova Zelândia	50.000	0,26
Indonésia	23.000	0,12

Moçambique	65.000	0,33
Singapura	10.000	0,05
República Checa	2.500	0,01
Costa do Marfim	10.000	0,05
Kenya	3.360	0,02

Fonte: Sistema De Tarifação Pré-Paga De Energia Elétrica

2.1 AVALIAÇÃO DA EXPERIÊNCIA INTERNACIONAL E DA APLICAÇÃO NO BRASIL

No Brasil, há alguns testes sendo realizados com o sistema de tarifação pré-paga. Em alguns estados, como por exemplo Amazonas, Pará, Paraná e Rio de Janeiro já começaram implantar de forma experimental alguns medidores em locais de difícil acesso. Há uma norma da ANEEL de nº 610/2014. A mesma relata que as distribuidoras de energia elétrica têm a opção de usar o sistema pré-pago como benefício para quitar dívidas e débitos dos clientes.

3 SMART GRIDS COMO IMPULSIONADORA PARA O DESENVOLVIMENTO DE NOVAS FERRAMENTAS

Em concordância com esse novo paradigma de geração, dos sistemas de *Smart Cities*, dos sistemas de transportes inteligentes e dos veículos elétricos, as redes de energia elétrica tradicionais têm sido gradualmente modificadas pela instalação de diversos geradores de pequena escala próximos aos consumidores. Dessa forma, os conceitos de Microrrede (MR), *Smart Grids* e Geração Distribuída (GD) voltaram a atrair a atenção de pesquisadores, operadores de redes elétricas e da indústria, para obtenção de eletricidade de forma autônoma, com baixa emissão de poluentes e ainda compatível com a rede elétrica tradicional em termos de qualidade e confiabilidade do fornecimento (KAGAN et al., 2013).

O conceito das Redes Elétricas Inteligentes (REI), do inglês *Smart Grids* (BROWN, 2008), define a evolução dos sistemas de energia combinando a infraestrutura de

energia elétrica com as modernas instalações de computação distribuída e redes de comunicação. Trata-se de uma coleção de sistemas interdependentes e complexos cujas principais funções incluem a entrega eficiente e confiável de energia elétrica, o corte de energia de pico e a integração dos recursos de energia renovável e distribuída e diferentes formas de comercialização de energia (PEREIRA et al, 2018).

No Brasil, incentivada pela Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica (ABRADEE) da Energia e pela Associação de Empresas Proprietárias de Infraestrutura e de Sistemas Privados de Telecomunicações (APTEL) e, reconhecendo uma tendência de mudanças radicais de substituição da infraestrutura atual para os sistemas das smart cities em todos os seus segmentos, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), por meio da Chamada Pública nº 011/2010, solicitou o desenvolvimento do Projeto Estratégico de P&D: Programa Brasileiro de Redes Elétricas Inteligentes (PDRI) (ANEEL, 2010).

Para o estudo em questão, foram analisadas as relações de benefício/custo da adoção do conceito das *smart cities* (BATTY et al., 2012), com relação aos conceitos das *smart grids*, em três cenários, inserção da população: Conservador, com 52% das unidades consumidoras atendidas por redes inteligentes no final do período de análise em 2030; Moderado, com 61%; e Acelerado, com 75%. Além do nível de inserção o estudo levou em consideração a utilização da geração distribuída de novas fontes de energia. Quanto ao armazenamento de energia, foram consideradas projeções para bateria íon-lítio, sistemas *flywheel*, capacitores avançados e o armazenamento em supercondutores magnéticos. O Projeto foi abordado em 7 Blocos de Pesquisa: Governança e Integração; Medição; Automação; Geração e Armazenamento Distribuídos e Veículos Elétricos; Telecomunicações, Tecnologia da informação e Interoperabilidade; Políticas Públicas e Regulação; Consumo e comercialização e Perspectiva do Consumidor. Dentro destes tópicos um dos grandes destaques é a representação promissora dos sistemas pré-pagos de energia (PDRI, 2016).

Em paralelo, no Brasil existem outros projetos de cidades inteligentes que permitem o desenvolvimento técnico de questões vinculadas ao desenvolvimento da energia pré-paga como ferramenta de eficiência energética nas *Smart Cities*. É possível encontrar

o desenvolvimento de outras cidades inteligentes nas cidades de Barueri - SP, Aparecida - SP, Parintins - AM, Curitiba - PR, Fortaleza- CE, Arquipélago de Fernando de Noronha - PE, Armação de Búzios - RJ e Sete Lagoas – MG, todas elas com grandes percentuais de centrais geradoras solares. O projeto em Sete lagoas está em processo de desenvolvimento e no âmbito das *smart grids*, a mesma irá contar com 30 pontos de reconfiguração e/ou isolamento de cargas e/ou geradores de redes de energia (Companhia Energética de Minas Gerais, CEMIG, 2017).

4 O SISTEMA DE ENERGIA PRÉ-PAGO VIA RÁDIO - SEPPRA (2001)

Esse tipo de sistema de energia pré-pago visa oferecer para o cliente um consumo controlado através de uma interface que disponibiliza todos os dados necessários para o consumidor final, além do seu crédito pré-pago. Através de um software com todas essas informações, a qualquer hora tem todo acesso preciso. A vantagem é que se por parte da concessionária de energia for atrativo os benefícios financeiros, mais clientes migraram para o fornecimento de energia pré-paga. Vale ressaltar também que com o acompanhamento em tempo real do consumo, o cliente pratica mais o conceito de uso racional.

Esse sistema possui um medidor diferenciado. O mesmo capta toda informação que será utilizada na interface para mostrar os créditos. Como esse medidor da energia pré-paga, seria outro além do medidor de energia convencional instalado no padrão de entrada de energia das residências, não seria necessário fazer substituição deles. O que já economizaria tempo na implantação do método, e dinheiro. Em série com o medidor convencional, a interface mostra crédito, consumo normal e médio, qualidade do fornecimento de energia, picos de energia e a interrupção. Para medir, seria necessário apenas adicionar uma câmera CCD, que iria reconhecer a leitura do medidor.

Ela ficaria junto ao medidor, lacrada e usaria um DSP para reconhecimento das imagens capturadas. No caminho há uma chave de controle para o corte de energia, se os créditos acabarem, ou para religação quando os mesmos forem comprados. O sistema rádio recebe informações da distribuidora, como recarga, corte e religação de

cada instalação. Há também um software para mostrar gráficos e relatórios de tempos em tempos, inclusive via internet. Esse sistema, geralmente envolve o uso de cartões para armazenar créditos. Porém, esse recurso é de difícil implantação por conta da logística de controle, por isso, via rádio seriam enviados os créditos, podendo ser comprados via telefone, ou site por exemplo.

As maiores vantagens desse sistema se dão na adequação do consumidor entre a quantidade de energia consumida e o nível da sua renda. Sendo assim, o cliente se torna gestor do seu consumo. Para a concessionária, um cliente gestor tem a possibilidade de recuperar dívidas anteriores e diminuir significativamente a inadimplência.

É notório que o sistema pré-pago apresenta aspectos positivos em todo o segmento de energia elétrica. Porém, apresentando como desvantagem, seria a dificuldade de implantação da tecnologia do Brasil.

4.1 MEDIDOR DE ENERGIA ELÉTRICA COM COMUNICAÇÃO VIA REDE MÓVEL

No projeto em questão trata-se de um medidor de energia construído a partir de um microcontrolador desenvolvido por Darlan Régis Fischer (2015), demonstrado na figura 1, nesse caso a plataforma Arduino UNO, aliado a uma placa de comunicação que utiliza a tecnologia GSM, empregada em celulares. Como a ideia inicial do projeto e ser utilizado no lugar dos medidores de energia atualmente, teria um grande custo de implementação será alto, pois para consumidores antigos que optarem por aderir o projeto teriam que trocar seus medidores atuais para o projeto em questão, tendo assim menos adeptos de início.



Figura 1 - Medidor com comunicação móvel

Fonte: Implantação De Um Medidor Pré-pago De Energia Elétrica Com Comunicação Via Rede Móvel

Seu funcionamento tem como base a utilização de um sensor de corrente, onde o mesmo abaixa o nível de corrente do circuito conectado para uma faixa de entendimento do microcontrolador para se analisar e guardar essa informação além de atualizar o valor de energia em Kwh consumida, sendo essa informação demonstrada num display LCD para visualização do cliente. O microcontrolador, de início do projeto seria conectado ao um computador para análise dos dados recebidos pela rede móvel, GSM, e para a verificação de saldo restante.

Um diferencial deste projeto dá-se pela utilização de uma rede móvel, onde facilita para a concessionária participante do projeto a inserção de novos créditos no medidor, tendo assim um sistema mais rápido e dinâmico. aliado aos pontos de recarga de telefones móvel, a implementação de novos pontos de recarga não seria de todo modo um empecilho na implementação.

4.2 MÓDULO DE MEDIÇÃO ALIADO AO MEDIDOR DE ENERGIA

O objetivo deste medidor criado por José Edimilson Canaes (2006) é utilização de um módulo de medição e contabilização por meio de cartões onde o mesmo é inserido no medidor de leitura de cartão, com um sistema de corte/religamento de energia visando a sua utilização para os consumidores de baixa renda e suas tarifas.

O projeto em questão visa utilizar cartões magnéticos como forma de carga e consumo das unidades, onde os cartões deverão ser fabricados de forma precisa para fins de se evitar fraudes e a integridade do produto ao cliente e aos pontos de vendas a serem credenciados. o modelo leva em consideração a utilização de cartões magnéticos como forma de carga e consumo, visando além da integridade do produto e possíveis fraudes, levar pelo lado dos colecionadores onde o autor (José Edimilson Canaes, 2006) aponta métodos de personalização dos cartões com as regiões de aplicação, esperando um consumo dos mesmo por parte dos colecionadores. Que pagariam pelo cartão pelo valor de mercado, porém o utilizam de forma colecionável, tendo-se assim um retorno financeiro maior para as concessionárias.

Seu terminal contaria com um painel LCD para visualização de informações pertinentes. o conjunto da unidade leitora de cartão, e terminais de saída para comunicação com o medidor da instalação, podendo ser feita essa comunicação via RS485, e conta com um sistema de corte/religa de energia.

Nos testes efetuados foram utilizados medidores de energia utilizados comercialmente, e a comunicação sendo feita via protocolo MODBUS entre o medidor e o módulo, ou por pulso. Para a montagem do sistema em campo podemos ter dois métodos. Um onde o módulo de corte e controle se encontram em um único módulo, ou em uma outra configuração onde o módulo de controle e o de corte são separados e se comunicam via RS485. Na configuração onde ambos os módulos, demonstrado na figura 2, tanto o de corte quanto o de controle, se encontram unidos, o módulo único deve ser instalado junto ao medidor.

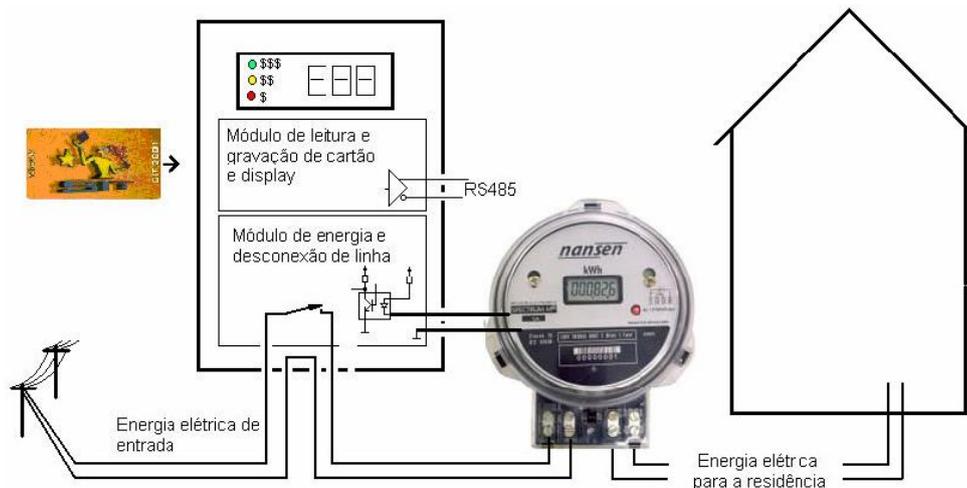


Figura 2 - Modelo de instalação dos módulos juntos.

Fonte: Sistema Alternativo de pagamento de Energia Elétrica “Uma Opção Nacional de Baixo Custo”.

E na outra configuração, demonstrado na figura 3, o módulo de corte permanece ao lado do medidor enquanto o módulo de controle estará dentro da residência, esse método de montagem, leva mais comodidade ao usuário, pois se tem a facilidade de inserção do cartão no leitor, porém gera mais custos por parte de comunicação entre os módulos, e podendo haver fraudes.

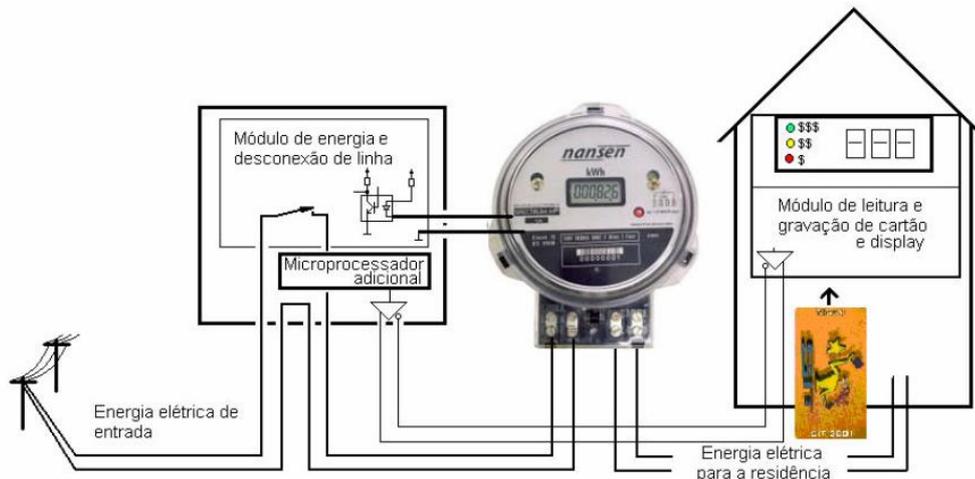


Figura 3 - Modelo de instalação dos módulos Separados.

Fonte: Sistema Alternativo de pagamento de Energia Elétrica “Uma Opção Nacional de Baixo Custo”.

5 METODOLOGIA DE PESQUISA

Com base nos equipamentos mencionados nessa pesquisa acadêmica, este trabalho vem propor um modelo que traria mais alguns benefícios na hora da compra dos créditos pelo cliente da concessionária de energia elétrica, além de contribuir para o acompanhamento do consumo mensal.

Após análise de como funciona a medição da quantidade de energia elétrica consumida em uma residência no modelo de tarifação pós-pago foi possível definir como o modelo pré-pago deveria ser construído em torno dos seus benefícios. Para uma melhor explicação vamos supor a seguinte situação:

Uma família com três integrantes deseje reduzir os seus gastos com energia elétrica e que seu consumo mensal seja de aproximadamente 155 KWh. O titular responsável pela instalação entraria em contato com a concessionária procurando se informar sobre como ele e sua família poderiam reduzir o consumo elétrico. Tal concessionária indicaria ao cliente o modelo pré-pago de tarifação e explicaria as suas funcionalidades, vantagens e desvantagens.

O fluxograma apresentado na Figura 4 demonstra toda a dinâmica de compra e fornecimento de energia elétrica no modelo pré-pago.



Figura 4 - Fluxograma da tarificação pelo sistema pré-pago.

Fonte: Figura criada pelos autores.

Para aderir ao modelo tarifário pré-pago o cliente teria que:

- Realizar cadastro de biometria junto a concessionária;
- Criar senha numérica junto a concessionária;
- Cadastrar os dados bancários para efeitos de débitos;
- Aguardar a instalação de um medidor paralelo ao já instalado em sua residência.

Depois de concluídos os passos acima o cliente poderá comprar os seus KWh (energia) no aparelho que se encontraria instalado dentro de sua residência. O equipamento idealizado é demonstrado na Figura 5.



Figura 5 - Exemplo de um medidor de energia elétrica com display, teclado numérico e leitor biométrico.

Fonte: Distribuidora Marcom.

O mesmo conta com um display e teclado para ajudar ao usuário na compra da quantidade de créditos. Um leitor biométrico será responsável por identificar o responsável pela instalação e portando somente na presença do mesmo será possível

realizar a compra dos créditos. O fluxograma apresentado na figura 6 explica a lógica aplicada ao algoritmo escrito no microcontrolador.

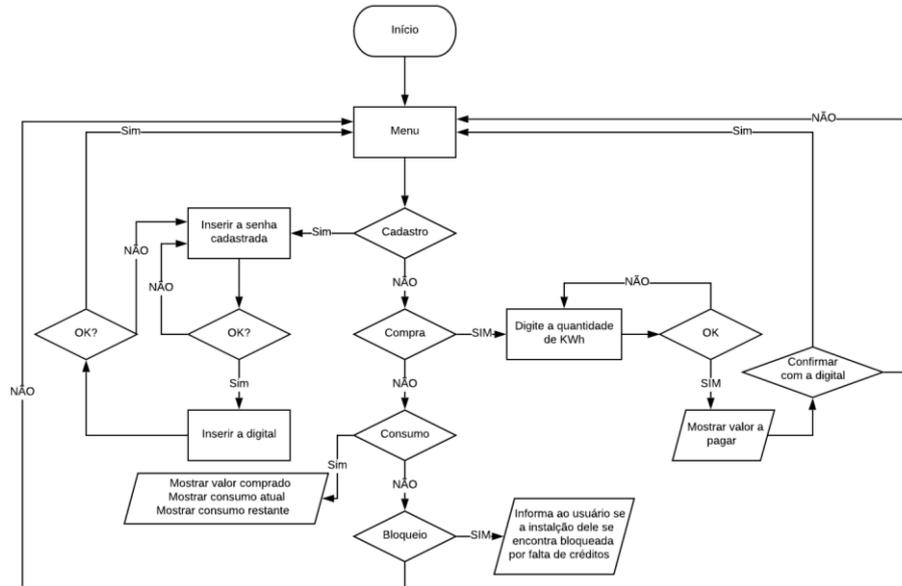


Figura 6 – Fluxograma do algoritmo desenvolvido.

Fonte: Figura criada pelos autores.

Além da parte de hardware pesou-se em um software que faria a intermediação entre o usuário e a concessionária. As figuras a seguir mostram como seria o funcionamento do supervisor nas etapas de cadastro, compra, consumo e bloqueio respectivamente.

Figura 7 - Supervisor - Aba de cadastro.

Fonte: Produção dos próprios autores.

Figura 8 - Supervisor - Aba de compra.

Fonte: Produção dos próprios autores.

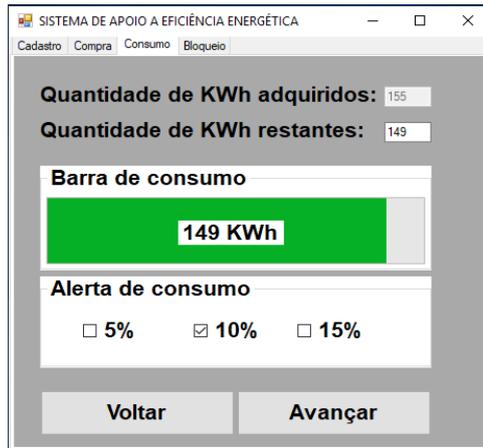


Figura 9 - Supervisório - Aba de consumo.

Fonte: Produção dos próprios autores.

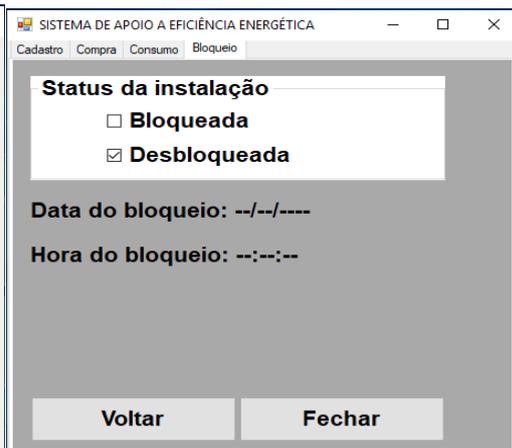


Figura 10 - Supervisório - Aba de bloqueio.

Fonte: Produção dos próprios autores.

Essas são as telas mínimas que o supervisório deveria conter para que o processo desde o cadastro até um possível bloqueio seja visualizado de maneira simples. O software utilizado no desenvolvimento desse supervisório foi o Microsoft Visual Studio Community 2017, versão 15.9.12 e a linguagem de programação é denominada C#.

Os primeiros meses de utilização desse serviço devem ser considerados como o tempo de adaptação, pois os consumidores ainda precisam aprender em quais momentos estão desperdiçando e quais maus costumes os levam a desperdiçar energia elétrica.

Sobre os equipamentos elétricos algumas medidas podem ser tomadas para melhorar a eficiência do uso da energia começando por adquirir equipamentos com o selo Procel (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica), que tem como objetivo principal o de orientar ao consumidor na hora da compra, indicando quais produtos apresentam os melhores níveis de eficiência energética separando-os por categorias. Conseqüentemente este selo estimular a fabricação e a comercialização de produtos mais eficientes, contribuindo para o desenvolvimento tecnológico e a redução de impactos ambientais.

Sobre os equipamentos eletroeletrônicos e como o consumidor pode melhorar a maneira de utilizá-los de forma mais eficiente, existem alguns pontos que podem ser

seguidos de acordo com a figura 11 que é uma cartilha criada pelo SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas) para uma iniciativa sustentável.

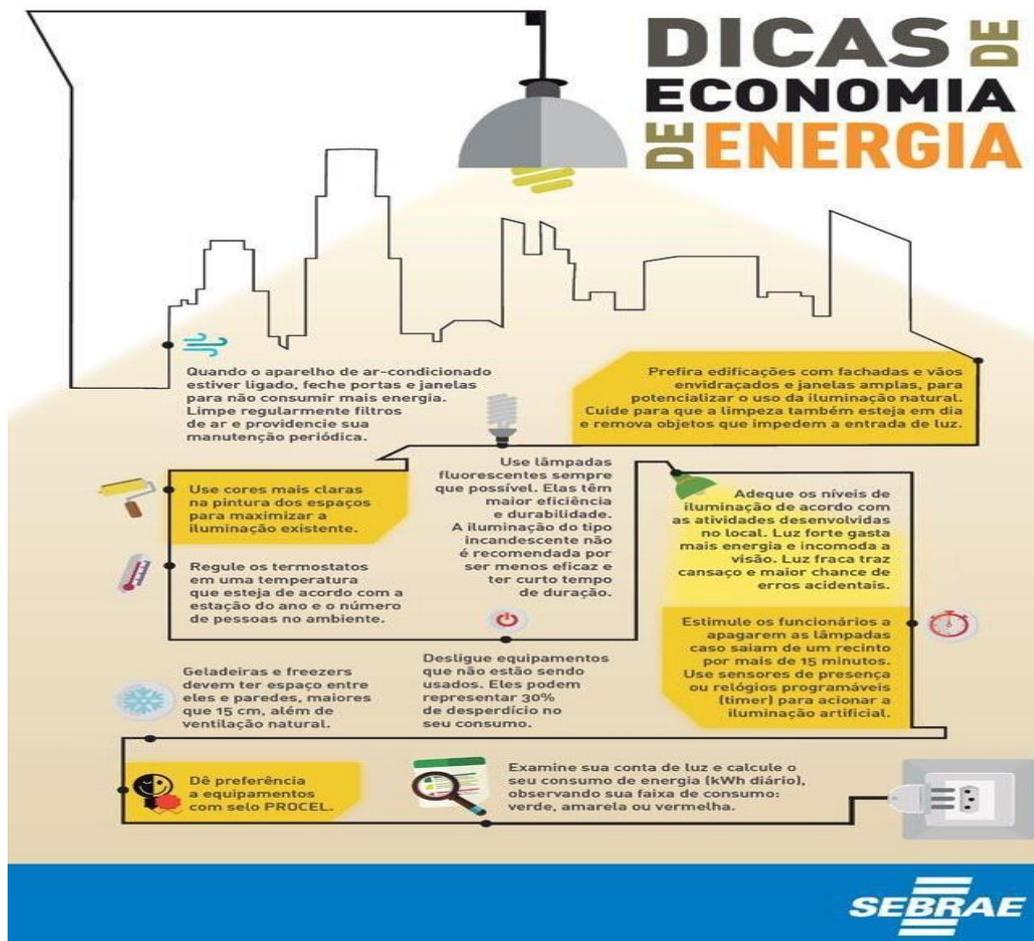


Figura 11 – Cartilha do SEBRAE com dicas de economia de energia.

Fonte: Site SEBRAE - Iniciativa sustentável.

6 RESULTADOS

As principais vantagens podem ser notadas voltando ao tópico onde uma residência consome 155 KWh por mês e se a mesma venha adquirir apenas 145 KWh através do sistema pré-pago proposto já existirá uma grande economia, pois se cada instalação reduzir 10 KWh o montante final será bem satisfatório. Se caso ocorra a necessidade de adquirir mais alguns KWh o cliente poderá comprar mais energia a qualquer momento pois o sistema supervisorio desenvolvido atuaria 24 horas por dia.

As desvantagens encontradas para a utilização do equipamento idealizado seria o fato

de que como a energia elétrica é um bem útil à vida ficar na falta da mesma poderia gerar grandes transtornos. Então se caso o consumidor não conseguir comprar a energia pré-paga devido a algum fator adverso ele seria automaticamente ligado ao medidor pós-pago com as tarifas ajustadas, pois o mesmo não teria sido retirado e sim apenas desabilitado.

A Tabela 2 faz uma comparação entre o sistema pré-pago e o pós-pago de energia elétrica evidenciando a qualidade de serviço ao cliente, investimento e manutenção.

TABELA 2 - COMPARATIVO ENTRE O SISTEMA CONVENCIONAL E O SISTEMA PRÉ-PAGO.

Pós pago (convencional)	Pré pago
Não é eficaz para persuadir o uso racional de energia.	Estimula o uso racional
A fatura chega ao cliente depois do consumo	Facilidade para o cliente gerir a despesa com energia.
A concessionária é quem calcula a fatura e define a data limite de pagamento.	O cliente é que define o valor e a frequência das compras.
Ausência de transferência na faturação na visão do cliente, provocando reclamações.	Maior transparência e redução significativa das reclamações.
O cliente questiona sobre a qualidade do serviço.	Melhoria da qualidade de serviços e relacionamento cliente - empresa.
Baixo investimento inicial com sistema de gestão, vendas e contadores.	Elevado investimento inicial com o sistema de gestão, vendas e contadores.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Proporcionar aos consumidores de baixa tensão a escolha do quanto de energia desejam consumir durante o mês e com isso seria possível planejar melhor a geração e distribuição de energia uma vez que a concessionária já saberia o quanto da mesma precisará fornecer. O projeto proposto também tem a missão de reduzir os problemas com perdas de energia que acontecem com a ocorrência de consumidores inadimplentes (perda não técnica), portanto com base nisso seria possível reduzir essa quantidade uma vez que a energia seria paga antes de ser consumida.

A eliminação de vários processos como a geração de multas por atraso, leituras e

faturamento, aumentaria a satisfação do cliente em relação à distribuidora. A ideia aqui desenvolvida poderá servir de inspiração para trabalhos futuros que por sua vez provaram que a população precisa apenas de meios melhores e mais simples para que o processo de reeducação do consumo de energia seja mais eficiente.

REFERÊNCIAS

- Aneel aprova modalidade pré-paga de energia.** Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2014-04/aneel-aprova-modalidade-pre-paga-de-energia>>. Acesso em: abril. 2019.
- Arenas, Oro, Armando, Luiz. **Medidor inteligente de Energia Elétrica embarcado em FPGA.** Tese (Doutora em Engenharia Elétrica Especialidade: Automação) – Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira – SP, 2019.
- Auzuir R. De Alexandria, Anaxágoras m. Girão, João b. B. Frota, Tibério m. De oliveira. **Sistema de reconhecimento de algarismos em medidores de energia convencionais visando implementação de sistema de fornecimento de energia pré-paga – seppra.** Artigo Científico - Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará CEFET-CE, Fortaleza - CE, 20.
- Canaes, Edimilson, José. **Sistema alternativo de pagamento de energia Elétrica “Uma Opção Nacional de Baixo Custo”.** Dissertação (Mestrado em Energia) - Universidade de São Paulo, São Paulo – SP, 2006.
- Fischer, Régis, Darlan. **Implementação de um Medidor Pré-pago de Energia Elétrica com Comunicação Via Rede Móvel.** Trabalho de Conclusão de curso (Graduado em Engenharia Elétrica) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí – RS, 2015.
- Freitas, Franciel. **Medidor residencial de energia Elétrica – Smart Meter.** Trabalho de Conclusão de curso (Graduado em Engenharia Elétrica) – Faculdade Estácio, Curitiba – PR, 2017.
- HIEDA, Fabio Yukio. **Análise Técnica e regulatória do sistema pré-pago de energia Elétrica do brasil.** Trabalho de Conclusão de curso (Graduado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.
- Nava, Augusto, Gilvan. **Análise das condições regulatórias e tecnológicas para a implantação do sistema pré-pago de tarifação e faturamento de energia elétrica no brasil.** Trabalho de Conclusão de curso (Graduado em Engenharia Elétrica) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco – PR, 2016.
- PANTOJA, Agnaldo Martins. **Sistema de tarifação pré-paga de energia elétrica: Avaliação de experiência internacional e da aplicação do Brasil.** Trabalho de Conclusão de curso (Graduado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Pará, Tucuruí, 2014.
- ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. **Alteração da Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012.** Altera em 24 de outubro de 2015 a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, e o Módulo 3 dos Procedimentos de Distribuição – PRODIST. Disponível em <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2015/026/documento/nota_tecnica_0017_2015_srd_-_anexo_i_-_minuta_resolucao.pdf> Acesso em junho 2019, 2015.

Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012**. Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída e dá outras providências. Disponível em <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>> Acesso em junho. 2019, 2012.

Chamada nº 011/ 2010 Projeto Estratégico: Programa Brasileiro de Rede Elétrica Inteligente. 2010. Disponível em <http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/PeD_2008-ChamadaPE11-2010.pdf> Acesso em jun. 2018

Unidades Consumidoras com Geração Distribuída, 2017. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/scg/gd/VerGD.asp>>. Acesso em: Junho 2019. **ASPE. A energia solar no Espírito Santo - Tecnologias, aplicações e oportunidades**. Vitória - ES. 2013.

BATTY, Michael et al. Smart cities of the future. **The European Physical Journal Special Topics**, v. 214, n. 1, p. 481-518, 2012.

BROWN, Richard E. Impact of smart grid on distribution system design. In: **2008 IEEE Power and Energy Society General Meeting-Conversion and Delivery of Electrical Energy in the 21st Century**. IEEE, 2008. p. 1-4.

CANAES, José Edimilson. **Sistema alternativo de pagamento de energia elétrica. "Uma opção nacional de baixo custo"**. 2006. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS S.A (CEMIG). **Projeto Cidades Do Futuro Redes Inteligentes na Cemig**. 2017. Disponível em <http://www.cemig.com.br/pt-br/A_Cemig_e_o_Futuro/sustentabilidade/nossos_programas/Redes_Inteligentes/Paginas/as_redes_inteligentes_na_cemig.aspx>. Acesso em jun. 2018

Empresa de Pesquisa Energética, 2017. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica/2017**. Aceso em 20 de maio de 2019.

FLORES, Jardel Terceiro et al. Demand planning in smart homes. **IEEE Latin America Transactions**, v. 14, n. 7, p. 3247-3255, 2016.

JUNIOR, Luiz Moreira Coelho et al. Concentração energética da indústria brasileira de metais não-ferrosos da metalurgia. **Revista InterScientia**, v. 6, n. 1, p. 124-136, 2018.

KAGAN, K.; GOLVEA, M.; MAIA, F. C.; DUARTE, D.; LABRONICI, J. and GUIMARÃES, S. D. **Redes elétricas inteligentes no Brasil**: análise de custos e benefícios de um plano nacional de implantação. Rio de Janeiro: Sinergia: Abradee; Brasília: Aneel, 2013.

PEREIRA, A. L.; FARDIN, J. F.; ENCARNACAO, L. F. **Electric Vehicles as Motivators for Smart Grids**. In: VII Simpósio Brasileiro de Sistemas Elétricos, 2018, Niterói - RJ. VII Simpósio Brasileiro de Sistemas Elétricos, 2018.

PROGRAMA BRASILEIRO DE REDES INTELIGENTES - PDRI. **Desenvolvimento das Redes Inteligentes**. 2018. Disponível em <<http://redesinteligentesbrasil.org.br/o-projeto.html>>. 2016. Acesso em junho 2019.

SIMAS, Moana; PACCA, Sergio. Energia eólica, geração de empregos e desenvolvimento sustentável. **Estudos avançados**, v. 27, n. 77, p. 99-116, 2013.

SOCOL, Francisco Junior et al. Desafios Para Implementação da Geração Distribuída de Energia no Brasil: Uma Revisão Integrativa da Literatura. **Brazilian Journal of Production Engineering-BJPE**, v. 2, n. 3, p. 31-43, 2016.

M-9420 - Relógio de Ponto Biométrico (Impressão Digital). 1. [S. l.], 20 jul. 2017. Disponível em: <https://www.distribuidoramarcom.com.br/home/produto/codigo:M-9420/relogio-de-ponto-biometrico-impressao-digital>. Acesso em: 12 mar. 2019.

INICIATIVA SUSTENTÁVEL: **Dicas de economia de energia para pequenos**

negócios. 1. 1. ed. Sebrae Minas Gerais: Sebrae Minas Gerais, 27 dez. 2018. Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/mg/artigos/dicas-de-economia-de-energia-para-pequenos-negocios,9f21d5b3e3add410VgnVCM1000003b74010aRCRD>. Acesso em: 31 out. 2019.

THORNE, STEVE, “**Electricity dispensers and affordable energy services**”, *Energy for Sustainable Development, Vol. 1 No. 6, March*, 1995.

NEA, National ENERGY AGENCY, 2004. Disponível em: < <https://www.nea.org.uk/research/research-database/smart-prepayment-meters-householder-experiences/> >. Acesso em Maio de 2019.