

# **VIABILIDADE DA TARIFA BRANCA CORRELACIONADA AO USO DE UM SISTEMA DE GERENCIAMENTO ELÉTRICO RESIDENCIAL**

Marcos Henrique Mansano Vogel – marcos.mvogel@hotmail.com

Rafaela Fiorim Mesquita – r\_fiorim@outlook.com

Jean Pierre Raulin (Orientador) – raulin@craam.mackenzie.br

## **RESUMO**

A ANEEL, órgão regulador do setor elétrico, disponibilizou uma nova modalidade tarifária, a chamada tarifa horária branca. Nesta modalidade as tarifas de energia elétrica variam de acordo com o horário que a energia é consumida, tendo ela um valor mais caro quando o sistema está em horário de sobrecarga e mais barato quando ele possui excedente de geração. A proposta do presente artigo consiste na análise da viabilidade da adoção dessa nova tarifa e na proposta de um instrumento de gerenciamento energético para auxílio da utilização da tarifa branca dentro do cenário residencial. Este artigo analisa duas residências totalmente diferentes entre si, analisando os impactos da mudança da tarifa convencional para a tarifa branca. Os dados nessa análise são provenientes de levantamentos de cargas e consumos, realizados por acadêmicos do curso de engenharia elétrica em suas próprias residências. Entre os resultados, temos que para uma das residências não seria benéfico o uso da tarifa branca, visto que os hábitos de consumo atuais dos moradores, não se enquadram no perfil especificado da nova modalidade, já que necessita de uma redução do consumo de energia em horários de pico. Para a outra residência analisada foi possível identificar que com a nova modalidade e com o sistema de gerenciamento de consumo proposto, houve adaptação de hábitos dos moradores e a nova modalidade se enquadrou perfeitamente, facilitando não só a utilização da energia em horários fora de pico como também futuros apontamentos de economia na fatura de energia elétrica.

**Palavras-chave:** Eficiência Energética, Tarifa Branca, Perfil de Curva de Carga, Gerenciamento.

# FEASIBILITY OF WHITE RATE CORRELATED TO THE USE OF A RESIDENTIAL ELECTRICAL MANAGEMENT SYSTEM

## ABSTRACT

ANEEL, the electricity sector regulator, has made available a new tariff modality, the so-called white hourly tariff. In this mode electricity rates vary according to the time the energy is consumed, having a more expensive value when the system is on overload and cheaper when it has surplus generation. The purpose of this paper is to analyze the feasibility of adopting this new tariff and to propose an energy management instrument to assist the use of the white tariff within the residential scenario. This paper analyzes two totally different residences, analyzing the impacts of switching from the conventional to the white tariff. The data in this analysis come from surveys of loads and consumptions, performed by students of the electrical engineering course in their own homes. Among the results, we have that for one of the homes would not be beneficial to use the white tariff, since the current consumption habits of residents, do not fit the specified profile of the new modality, as it requires a reduction of energy consumption in peak hours. For the other residence analyzed, it was possible to identify that with the new modality and with the proposed consumption management system, there was adaptation of the residents' habits and the new modality fit perfectly, facilitating not only the use of energy during off-peak hours but also future notes of savings in the electricity bill.

**Keywords:** Energy Efficiency, White Tariff, Load Curve Profile, Management.

## 1 INTRODUÇÃO

O sistema elétrico mundial passa atualmente pela crescente participação de fontes alternativas e renováveis para geração distribuída nos sistemas de distribuição de energia elétrica. Para isto, o sistema deve estar preparado para a inserção de fontes intermitentes de energia, fluxo bidirecional de informações e o advento dos veículos elétricos. Esta nova concepção de rede evoluirá para um sistema que necessitará de controles que permitam a operação harmônica destes elementos, termo conhecido mundialmente como *Smart Grid*.

A *Smart Grid* pode ser compreendida como a rede elétrica que utiliza tecnologia digital avançada, para monitorar e gerenciar o transporte de eletricidade em tempo real, com fluxo de informações bidirecionais entre o sistema de fornecimento de energia ao cliente final (CGEE, 2012).

Visando o aperfeiçoamento da estrutura tarifária, a ANEEL aplica em sua resolução 414 a definição da tarifa horária branca. A nova resolução tarifária da ANEEL vem com o objetivo de incentivar a diminuição do consumo de energia elétrica no horário de maior carregamento do sistema, fazendo com que nestes horários o preço da tarifa seja mais caro quando comparado aos horários de menor carregamento.

No caso da Tarifa Branca, o consumidor poderá obter economia nas faturas de energia elétrica, desde que, realize um gerenciamento de sua carga reduzindo seu uso no horário de ponta. Ressalta-se que esse gerenciamento não é trivial, pois além de envolver a mudança dos hábitos de consumo, muitas vezes o uso da energia elétrica se faz necessário neste período.

De acordo com a ANEEL, existem ações educativas da população e investimentos em equipamentos e instalações com o objetivo de estimular o uso eficiente de eletricidade.

Diversas abordagens já foram apresentadas para auxiliar as pessoas no consumo consciente de energia elétrica. Existem trabalhos que utilizam sistemas de monitoramento que analisam o consumo de energia elétrica, em tempo real, utilizando a tecnologia Arduino e, outros que usam abordagens literais propondo metodologia de uso de modalidades tarifárias horárias.

Esse artigo tem como objetivo o desenvolvimento de uma metodologia para avaliar a viabilidade técnica e econômica da utilização do sistema tarifário horário, chamado tarifa branca, para consumidores residenciais de baixa tensão, em comparação com a tarifa convencional.

## **2 METODOLOGIA**

Na primeira etapa foi realizada uma pesquisa conceitual, de forma a permitir o entendimento de conceitos como, eficiência energética, bandeiras tarifárias, modalidades tarifárias, apresentando as características da modalidade tarifaria branca. Também foi realizada uma coleta de dados sobre o modelo de cálculo da modalidade branca podendo referencia-los nas etapas seguintes.

Na segunda foi apresentado uma coleta de dados para a realização do estudo do consumo de energia e aplicabilidade do sistema em residências definidas, permitindo elaborar o perfil de cada sistema residencial podendo aplicar ou não a viabilidade da modalidade branca. Se o perfil, de uma das residências estudadas se enquadrar ao perfil da tarifa branca, será utilizado o modelo proposto na etapa seguinte para auxílio ao gerenciamento do consumo de energia.

Tendo em vista o aumento anual do consumo de energia elétrica, surge a necessidade de ferramentas que auxiliem no monitoramento desse consumo, para que assim os usuários possam se conscientizar do desperdício de energia elétrica e a partir disso reduzir o consumo.

Com isso, na terceira etapa foi desenvolvido um sistema de gerenciamento de energia elétrica residencial através de duas arquiteturas: hardware e software. O hardware é constituído por

módulos Arduino nano, *bluetooth*, sensor de leitura de corrente e tensão e módulo relé. Classificando os respectivamente a uma tomada inteligente que se comunica por *bluetooth* ao sistema de software desenvolvido com uma plataforma de aplicativo que ajudará a fazer o controle das cargas residências se comunicando a tomada inteligente.

O estudo sobre a viabilidade da tarifa branca correlacionada ao uso de um sistema de gerenciamento elétrico residencial se iniciou por uma revisão de investigações que têm caráter bibliográfico e são denominadas “estado da arte” ou “estado do conhecimento” (FERREIRA, 1999), importante para fornecer, a este artigo, o embasamento sobre a metodologia utilizada e muitos resultados para a comparação. Em seguida, os trabalhos que discutem o consumo de energia elétrica sobre meios tarifários e sistemas de monitoramento ajudaram a ampliar as escolhas metodológicas e a determinar estritamente o objetivo de estudo.

### **3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

#### **3.1 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA**

A utilização racional de energia, também chamada de eficiência energética, consiste em usar de modo eficiente a energia para obter um determinado resultado.

Nos levantamentos realizados para esta pesquisa foi possível constatar que, algumas medidas podem ser instituídas, consideradas como poupança de energia, para uma melhor eficiência energética, com resultados positivos caso sejam desenvolvidas ações que se revertem a médio e longo prazo para o desenvolvimento sustentável, tais como:

- Criação de Bandeiras Tarifárias;
- Criação da Tarifa Branca;
- Alteração nas tarifas cobradas;
- Substituição de dispositivos por outros mais eficientes;
- Implementação de sistemas de gestão de energia;
- Instalação de redes de sensores para visualização do uso de energia em cada ponto de consumo.

#### **3.2 TARIFA BRANCA**

Desde 1º de janeiro de 2019, a opção pela tarifa branca está disponível para quem consome mais de 250 KWh/mês (cerca de 15,9 milhões de unidades consumidoras). A tarifa branca sinaliza aos consumidores a variação do valor da energia conforme o dia e o horário do consumo. Antes da criação da tarifa branca, havia apenas a tarifa convencional, com um valor único (em R\$/kWh) cobrado pela energia consumida em todos os dias e horas.

A criação da tarifa branca teve como objetivo incentivar o gerenciamento de energia pelos consumidores de baixa tensão nos horários de maior carregamento do sistema. Fazendo uso de valores diferenciados, a tarifa branca procura promover um deslocamento dos consumidores para horários de menor utilização da rede. Desta forma, o sistema elétrico apresenta um aumento de sua eficiência, que por sua vez acarreta menores investimentos na expansão de redes e fontes de geração, além de que, os consumidores são favorecidos com possibilidades de redução de custos na conta mensal de eletricidade (LEMOS,2017).

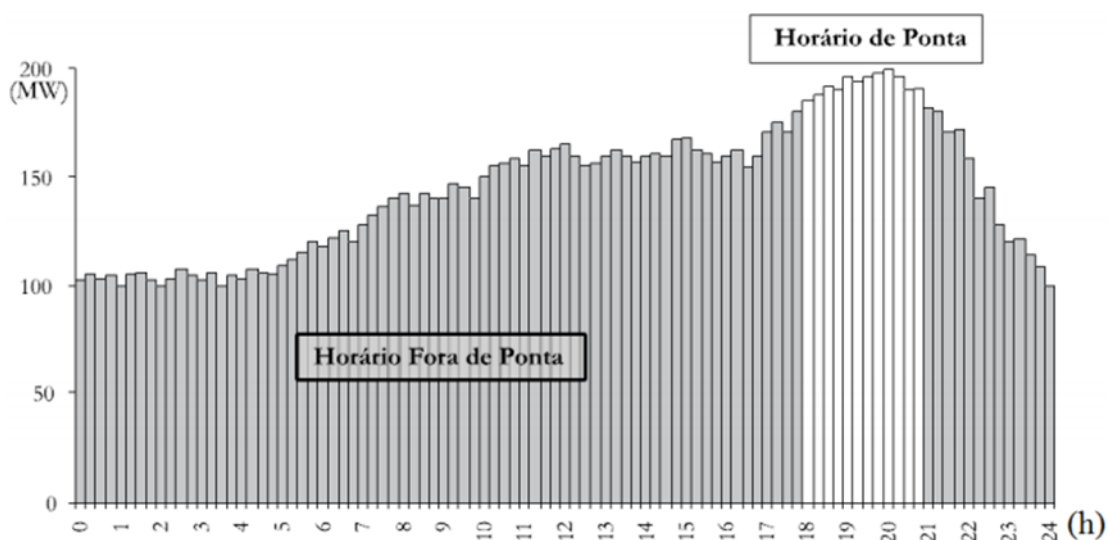
Nos dias úteis, o valor Tarifa Branca varia, dentro da área de concessão, em três horários:

- Ponta (aquele com maior demanda de energia);
- Intermediário (via de regra, uma hora antes e uma hora depois do horário de ponta);
- Fora de ponta (aquele com menor demanda de energia).

Na ponta e no intermediário, a energia é mais cara. Fora de ponta, é mais barata. Nos feriados nacionais e nos fins de semana, o valor é sempre fora de ponta.

Desta forma o posto tarifário de ponta é formado por três horas consecutivas com maior demanda normalmente no período das 19 horas às 22 horas. Já a leitura correspondente ao horário intermediário é composta uma hora antes e depois do horário de ponta, sendo fixa normalmente das 18 horas às 19 horas e das 22 horas às 23 horas. As demais horas do dia são chamadas de posto tarifário fora de ponta.

Gráfico 1 - Curva típica de carga de uma concessionária de energia elétrica



FONTE: ADAPTADO DE SANTOS ET. AL. (2006)

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a realização deste trabalho, foi realizada a avaliação das curvas de cargas de duas residências, completamente distintas entre si, classificadas em: Residência 1 e Residência 2. Os dados a serem apresentados foram coletados em função da quantidade de moradores, seus hábitos de consumos, equipamentos utilizados, horário de uso e aspectos de classificação dos moradores, podendo ser eles flutuantes e fixos.

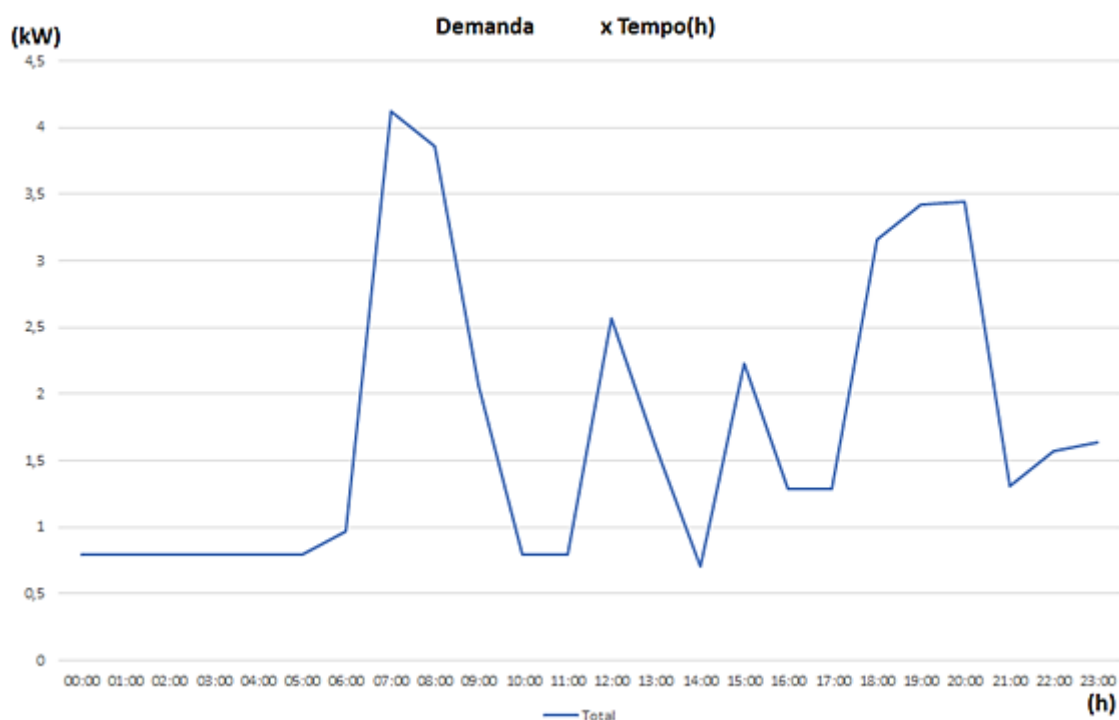
Considerado a análise da Residência 1 temos uma área total de 250m<sup>2</sup>, residindo quatro moradores, sendo dois moradores fixos e dois moradores flutuantes. Já para a Residência 2 temos uma área total de 70m<sup>2</sup>, residindo três moradores, sendo todos os moradores flutuantes.

No Gráfico 2, a seguir, é apresentada a curva de carga da Residência 1. Observamos que nos horários da madrugada, entre 00:00 e 05:00 da manhã, a residência apresenta os menores valores de consumo, dando o primeiro pico de consumo as 05:00 horas da manhã, retornando a uma estabilidade de consumo mínimo por volta das 10:00 horas da manhã. Os picos de consumo mencionados, são relacionados aos momentos que os moradores da residência acordam, fazem uso de chuveiro elétrico e uso de outros equipamentos de grande consumo.

Outro pico de consumo inicia-se as 11:00 horas da manhã terminando as 14:00 da tarde. Esse pico representa o horário de almoço onde diversos equipamentos são utilizados para a preparação dos alimentos. Um novo pico, de menor intensidade, é observado entre as 14:00 e 16:00 horas da tarde, classificamos ele como horário de retorno de um dos integrantes da residência do trabalho, o que gerou aumento no consumo devido ao uso do chuveiro e outros equipamentos como televisão e acesso constante a geladeira.

Por fim o último pico de consumo de eletricidade a ser observado é à partir da 17:00 horas decorrendo até as 21:00 horas da noite, dentro deste horário temos a finalização do expediente de trabalho trazendo de volta os três moradores flutuantes da residência, ou seja, é o momento que os moradores encontram-se presentes e em constante uso dos eletrodomésticos, iluminação e entre outros equipamentos, na residência exposta. Um leve consumo está evidente até as 23:00 da noite por conta da chegada do quarto morador.

Gráfico 2 - Curva de Carga diária Residência 1

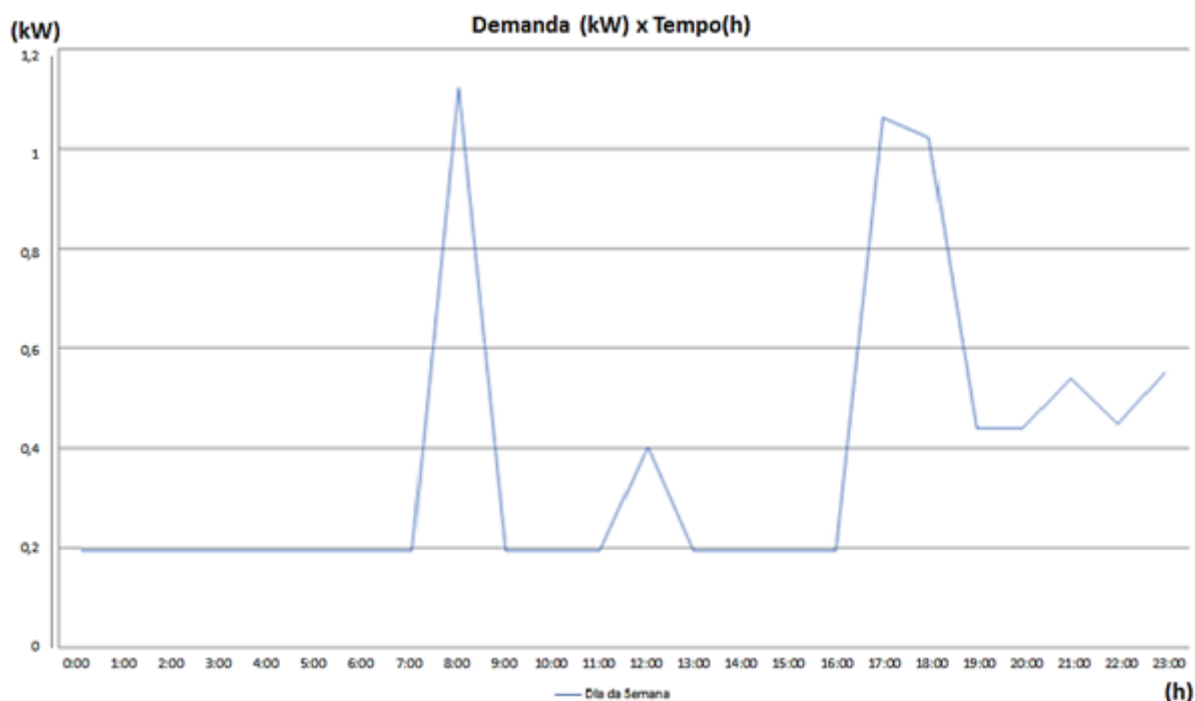


Fonte: Própria

Para a Residência 2, sua curva de carga é apresentada no Gráfico 3. Para análise temos um consumo mínimo de energia elétrica no período entre às 00:00 e 07:00 da manhã, iniciando o primeiro pico de consumo às 07:00 horas da manhã. Nesse primeiro momento temos a representação de hábitos como horário do acordar, utilização do chuveiro elétrico e demais equipamentos para preparo da rotina de trabalho fora de casa. Em seguida, temos um período de consumo mínimo pelo fato de a residência encontrar-se sem moradores até às 11:00 horas, que é dado como o momento em que um dos moradores dessa residência retorna de suas atividades fora. O segundo pico de consumo é referente ao uso de eletrodomésticos para o preparo do almoço.

Finalizando a análise de consumo, um novo pico de consumo inicia-se as 16:00 horas da tarde, momento em que um dos integrantes volta para residência. Este pico estende-se até as 23:00 horas da noite pelo fato de todos os integrantes estarem presentes na residência e em constante uso dos equipamentos.

Gráfico 3 - Curva de Carga diária Residência 2



Fonte: Própria

Para a obtenção de dados de consumos detalhados, foi utilizado o Simulador de Tarifas disponibilizado pela ENEL com o objetivo de analisar o consumo mensal, das residências em análise, para conhecimento de qual tarifa seria ideal para a conta de energia elétrica.

Este simulador consiste em um software que, por meio do cadastro de equipamentos da residência, junto de seus respectivos valores de potência e horários de consumo, realiza o cálculo do valor, em reais, estimado do consumo da eletricidade dizendo também em qual modalidade tarifaria seu perfil de consumo se enquadra: modalidade convencional ou modalidade branca.

Com os dados obtidos no Gráfico 2 inserimos os horários de consumo dos equipamentos da Residência 1, apresentando o valor da modalidade tarifária ideal de acordo com o estilo de consumo configurado. Para a Residência 1, o Simulador apresentou o valor a seguir na modalidade convencional.

Desenho 1 – Valor de consumo modalidade convencional Residência 1

	Consumo	Tarifa	Valor
Tarifa Convencional	583.15 kWh	R\$ 0.51559	R\$ 300.67
ICMS			R\$ 100.21
<b>Valor a pagar</b>	<b>(Consumo + ICMS)</b>		<b>R\$ 400.88</b>

Fonte: Simulador de Tarifa ENE



Como forma de conhecimento o Simulador de Tarifa também nos disponibiliza uma estimativa do valor de consumo para a modalidade branca.

Desenho 2 – Valor de consumo modalidade branca Residência 1

	Consumo	Tarifa	Valor
<b>Tarifa Branca</b>			
<b>Horário de ponta</b> das 17:30 às 20:30	71.44 kWh	R\$ 0.96054	R\$ 68.62
<b>Horário intermediário</b> das 16:30 às 17:30 e das 20:30 às 21:30	99.39 kWh	R\$ 0.61729	R\$ 61.35
<b>Horário fora de ponta</b> demais horários fins de semana e feriados	412.32 kWh	R\$ 0.43663	R\$ 180.03
<b>ICMS</b>			R\$ 103.32
<b>Valor a pagar</b>	(Consumo + ICMS)		<b>R\$ 413.32</b>

Fonte: Simulador de Tarifa ENEL

Com os dados obtidos no Gráfico 3 inserimos os horários de consumo dos equipamentos da Residência 2. Para a Residência 2 o Simulador apresentou valores para a modalidade convencional, sendo ela classificada no momento como tarifa ideal conforme os hábitos de consumo inseridos.

Desenho 3 – Valor de consumo modalidade convencional Residência 2

	Consumo	Tarifa	Valor
<b>Tarifa Convencional</b>	234.22 kWh	R\$ 0.51559	R\$ 120.76
<b>ICMS</b>			R\$ 40.25
<b>Valor a pagar</b>	(Consumo + ICMS)		<b>R\$ 161.01</b>

Fonte: Simulador de Tarifa ENEL

Em contrapartida, temos também os valores da modalidade branca, Desenho 4, conforme dados da Residência 2:

#### Desenho 4 – Valor de consumo modalidade branca Residência 2

	Consumo	Tarifa	Valor
<b>Tarifa Branca</b>			
<b>Horário de ponta</b> das 17:30 às 20:30	49,39 kWh	R\$ 0.96054	R\$ 47,44
<b>Horário intermediário</b> das 16:30 às 17:30 e das 20:30 às 21:30	34,99 kWh	R\$ 0.61729	R\$ 21,60
<b>Horário fora de ponta</b> demais horários fins de semana e feriados	149,84 kWh	R\$ 0.43663	R\$ 65,42
<b>ICMS</b>			R\$ 44,82
<b>Valor a pagar</b>	<b>(Consumo + ICMS)</b>		<b>R\$ 179,28</b>

Fonte: Simulador de Tarifa ENEL

O principal vilão para o não enquadramento das residências na modalidade branca, foi que, os horários de alta demanda da curva de carga das residências encontram-se, predominantemente, nos períodos de alto valor de consumo, horário de ponta, em que ocorre a maior demanda de energia tendo valor mais caro, entre as 18:00 às 21:00, e nos horários intermediários, onde a demanda de energia do sistema é média possuindo um valor intermediário, das 17:00 às 18:00 e das 21:00 às 22:00.

Com isso, é possível concluir que para a adesão da Tarifa Branca o sistema de cargas de consumo correlacionado com seus picos de consumo de energia elétrica residencial precisam, necessariamente, se enquadrar nos perfis horários fora de ponta, onde a demanda do sistema de energia elétrica é menor, acarretando um valor mais barato na energia KWh no final do mês. O período horário fora de ponta é dado a partir das 22:00 da noite permanecendo até as 17:00 da tarde.

Ao optar pela Tarifa Branca, o consumidor tem que ser muito disciplinado no gerenciamento de seu consumo ao longo do ano, pois o horário de utilização da energia elétrica é fundamental para garantir economia na conta de luz. Caso não consiga evitar o consumo no horário de ponta ou não queira mudar seus hábitos de consumo, a adesão à Tarifa Branca pode resultar em uma conta maior, nessa situação, é mais vantajoso continuar na Tarifa Convencional.

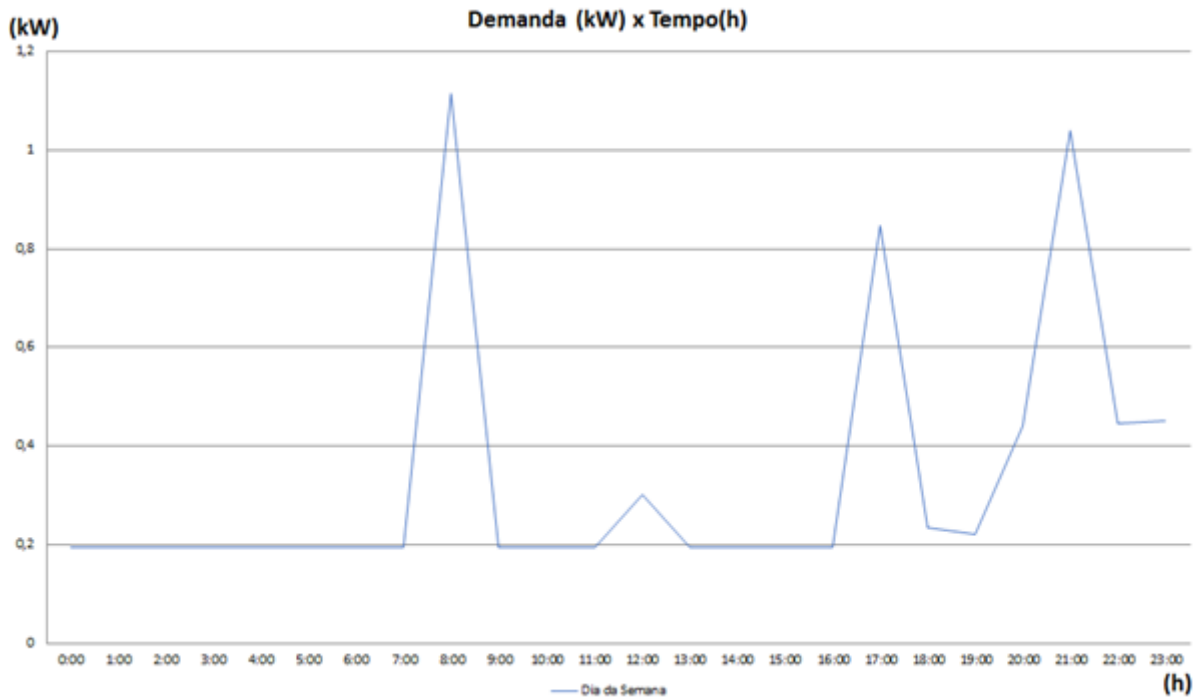
A fim de estudar com maiores detalhes as possíveis mudanças de hábitos, foi considerado a Residência 2 para realização desse novo estudo e diretrizes. Tais hábitos se enquadram a adequação da utilização dos equipamentos especialmente em horário fora de ponta, evitando uso da utilização deles em horário de ponta.

O Gráfico 4 apresenta os novos hábitos de consumo, deixando evidente que a principal mudança ocorreu no deslocamento de horários de uso dos equipamentos atrelados a uma pequena redução do consumo deles.

Em comparação com o Gráfico 3, o pico de consumo que antes tinha início pouco antes do horário de ponta e decorria até o final do mesmo, sendo um dos principais causadores do alto

consumo na modalidade horária, agora no Gráfico 4 temos um consumo relativamente baixo em horários de alto consumo, ponta e intermediário, sendo assim, o deslocamento de hábitos para horários fora de ponta e o baixo consumo e uso dos aparelhos em horários de ponta e intermediário resultou em uma queda significativa no valor a ser cobrado na modalidade horária branca.

Gráfico 4 - Nova curva de Carga diária Residência 2



Fonte: Própria

Uma nova simulação foi realizada no Simulador de Tarifa da ENEL de acordo com rotinas de novos horários de uso dos equipamentos. Como forma de comparação, o Desenho 5 apresenta o valor de consumo na modalidade convencional.

Desenho 5 – Novo valor de consumo modalidade convencional Residência 2

	Consumo	Tarifa	Valor
Tarifa Convencional	215,72 kWh	R\$ 0.51559	R\$ 111,22
ICMS			R\$ 37,07
<b>Valor a pagar</b>	<b>(Consumo + ICMS)</b>		<b>R\$ 148,29</b>

Fonte: Simulador de Tarifa ENEL

Visto que houve mudanças de hábitos e deslocamento dos horários de consumo com objetivo de uso da modalidade horária branca, temos o novo valor de consumo para a modalidade branca.

Desenho 6 – Novo valor de consumo modalidade branca Residência 2

	Consumo	Tarifa	Valor
<b>Tarifa Branca</b>			
Horário de ponta das 17:30 às 20:30	16,46 Kwh	R\$ 0,96054	R\$ 15,81
Horário intermediário das 16:30 às 17:30 e das 20:30 às 21:30	37,47 Kwh	R\$ 0,61729	R\$ 23,12
Horário fora de ponta demais horários fins de semana e feriados	151,81 Kwh	R\$ 0,43663	R\$ 70,65
ICMS			R\$ 36,52
<b>Valor a pagar</b>	(Consumo + ICMS)		<b>R\$ 146,11</b>

Fonte: Simulador de Tarifa ENEL

Por meio da nova simulação e adequação da Residência 2 ao uso da Tarifa Branca, ficou evidente que as mudanças de hábitos proporcionou a viabilidade do uso da Tarifa Branca, sendo assim, a mudança dos horários de consumo de eletricidade através do deslocamento dos horários onde tínhamos pico de consumo em horário de elevado custo, para os horários de baixo consumo, resultou na redução do valor a ser paga no final do mês de energia elétrica. Outro fator importante para manter a redução da fatura mensalmente, mantendo tal viabilidade ao uso na Tarifa Branca é o acompanhamento do consumo pelos moradores.

#### 4.1 PROPOSTA

Segundo Lapa, Saidel e Di Santo (2009), a medição de energia elétrica possui diferentes finalidades, entre elas o levantamento do consumo de energia elétrica mensal do local, seja este residencial, comercial, industrial ou de serviços públicos e a verificação dos níveis de eficiência energética encontrados nestes recintos. Deste modo, as empresas que buscam controlar seus gastos com energia elétrica preocupam-se em enfatizar investimentos na área de automação.

As lógicas de controle de iluminação podem ser baseadas em ocupação, horário, nível de iluminação externa ou liga/desliga (MORAES, 2013).

É possível desenvolver dispositivos inteligentes programados e comandar equipamentos automatizados para melhorar a eficiência energética de algumas aplicações.

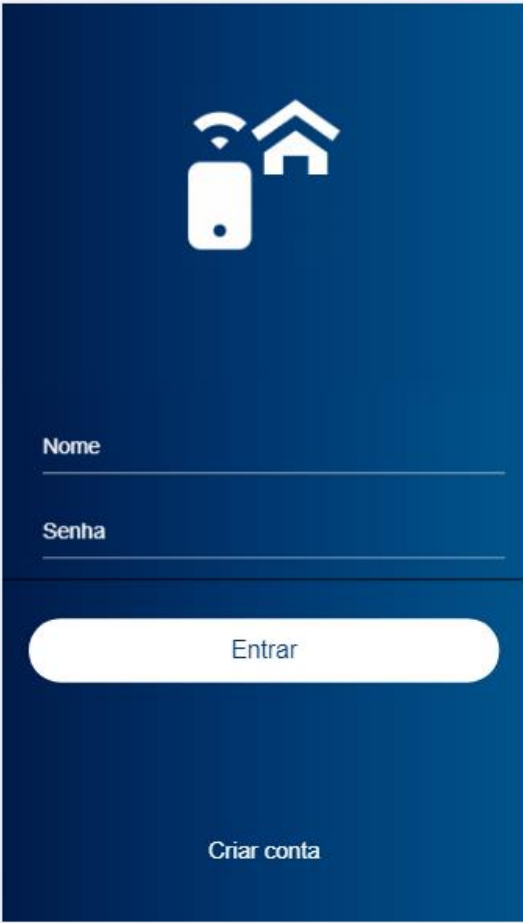
Para abordar o sistema de software, trataremos do sistema de monitoramento e gerenciamento residencial que essa monografia tem como proposta. Essa ferramenta auxiliará a mudança de hábitos entre os integrantes da residência, focando na funcionalidade de controle de horário dos equipamentos cadastrados pelo usuário na plataforma.

## 4.2 APLICATIVO

O aplicativo desenvolvido é o responsável pelo banco de dados de cadastros de equipamentos a serem controlados e monitorados. Além de ser a interface de comunicação entre o usuário e o sistema de gerenciamento e controle.

Para uso do aplicativo, temos inicialmente a tela de login do usuário, Desenho 7. Nela, cada usuário realizará seu cadastro pessoal permitindo que todos os dados a serem inseridos na plataforma fiquem protegidos e salvos.

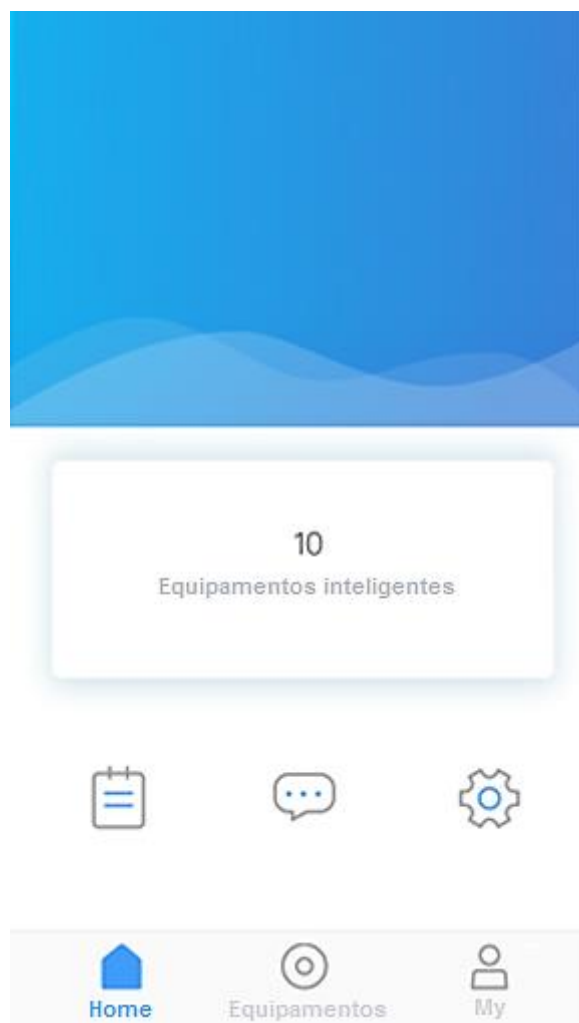
Desenho 7 – Tela de Login

A imagem mostra a tela de login do aplicativo, com um fundo azul escuro. No topo, há um ícone branco de um smartphone com uma antena de Wi-Fi e um ícone de uma casa. Abaixo, há dois campos de entrada de texto: "Nome" e "Senha", cada um com uma linha de texto branca. Abaixo dos campos, há um botão branco com o texto "Entrar". No rodapé, há o link "Criar conta" em branco.

Fonte: Própria

Com o acesso realizado na tela de login, o usuário é direcionado para a segunda tela, Home do aplicativo, conforme Desenho 8. Essa tela apresenta as informações cadastradas do usuário, assim como notificações, nome de login e rápido acesso aos equipamentos cadastrados a serem monitorados e gerenciados. Nesta tela também é possível navegar para as demais, como por exemplo, a lista de equipamentos.

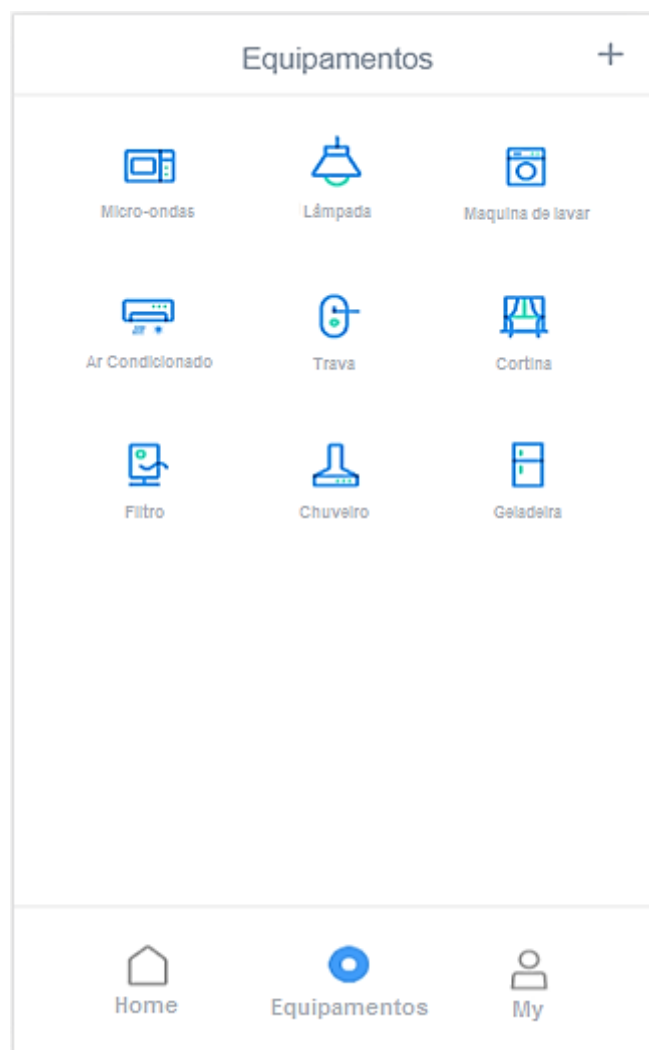
Desenho 8 – Tela Home



Fonte: Própria

Selecionando a opção equipamentos, no menu inferior, o usuário é direcionado para o Desenho 9, tela onde os equipamentos são cadastrados. Nesta o usuário pode escolher entre diversos equipamentos clicando sobre seu respectivo ícone.

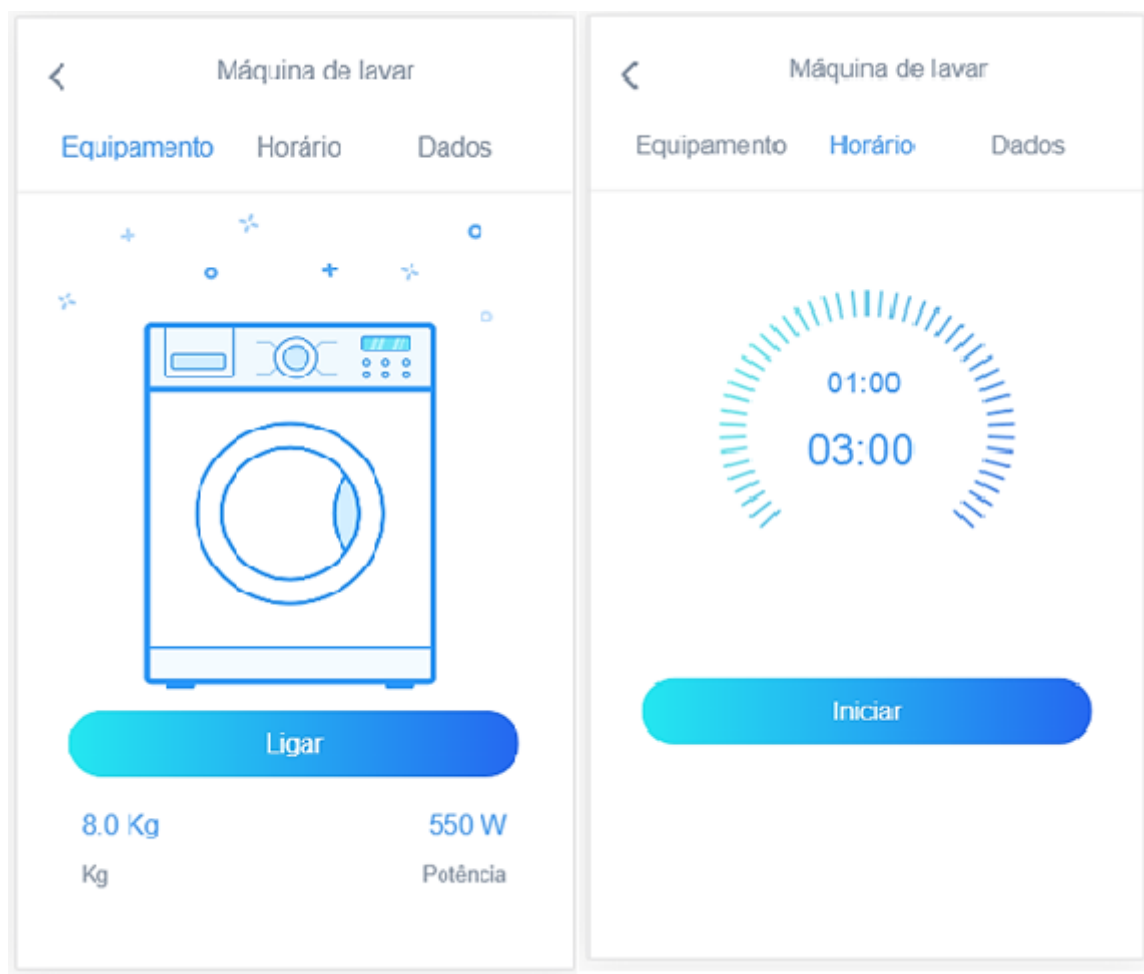
Desenho 9 – Tela Cadastro dos Equipamentos



Fonte: Própria

Selecionado, o equipamento será direcionado a tela de detalhes, conforme Desenho 10. Nesta o usuário pode fazer o ligamento e desligamento manual do equipamento, além de visualizar as especificações básicas dele, como corrente e potência. Essa tela apresenta também, em seu menu superior, a opção de controle e gerenciamento do equipamento, apresentado no Desenho 10, podendo estabelecer horários para o funcionamento e desligamento.

Desenho 10 – Tela Equipamento Cadastrado



Fonte: Própria

## HARDWARE

O Hardware em desenvolvimento é representado por um componente físico, de acordo com lista de material a seguir, responsável por captar os dados de consumo dos equipamentos como, potência, corrente e tensão. Ele é classificado como uma tomada IOT, tendo como função realizar o controle do intertravamento.

## MÓDULO ARDUINO NANO

O Módulo do Arduino Nano possibilita a ligação de outros módulos, sensores e demais componentes ao microcontrolador por meio de jumpers. Para cada porta do Arduino Nano existem não só o pino de sinal (S), mas também a alimentação, por meio dos pinos Vcc (V) e GND (G).

Para o projeto proposto, o microcontrolador Arduino Nano funciona como um concentrador de informações que são coletados dos módulos utilizados, implementando toda a lógica de controle das



informações dos módulos nele conectados. Sendo também o responsável por transmitir as informações ao aplicativo.

## **MÓDULO BLUETOOTH HC-05**

O módulo *Bluetooth* HC-05 oferece uma forma fácil de comunicação com o sistema desenvolvido no Arduino. Esse módulo suporta tanto o modo mestre como o modo escravo, além de ter uma fácil configuração. Sua placa é composta por um regulador de tensão, podendo ser alimentado com 3,3V a 5V e um LED que indica se o módulo está pareado com outro dispositivo possuindo alcance de até 10m. Antes de realizar a comunicação com o módulo HC-05 é necessário pareá-lo com um dispositivo.

O módulo *bluetooth* será conectado diretamente, através de jumpers, ao Arduino Nano. Ele fará a função de comunicação entre o dispositivo móvel, que reconhecerá o *bluetooth* conectado no projeto, ao sistema do aplicativo.

## **SENSOR DE CORRENTE ACS712**

O sensor de corrente ACS712 realiza medições de forma precisa. Este sensor usa o efeito hall para detectar o campo magnético gerado pela passagem de corrente, gerando na saída do módulo (pino OUT) uma tensão proporcional de 66mV/A. O sensor também pode medir correntes entre -30 e +30A, sendo do tipo invasivo. Ou seja, é preciso interromper o circuito para realizar a medição.

O sensor de corrente ACS712 pode ser utilizado com corrente alternada (AC) e corrente contínua (DC). Os bornes de ligação são completamente isolados da saída para o microcontrolador.

O sensor de corrente junto realizará a função de leitura da corrente, tensão e potência dos equipamentos que o hardware proposto estará conectado. Tal leitura será mostrada ao usuário no aplicativo.

## **MÓDULO DE RELÉ 1 CANAL**

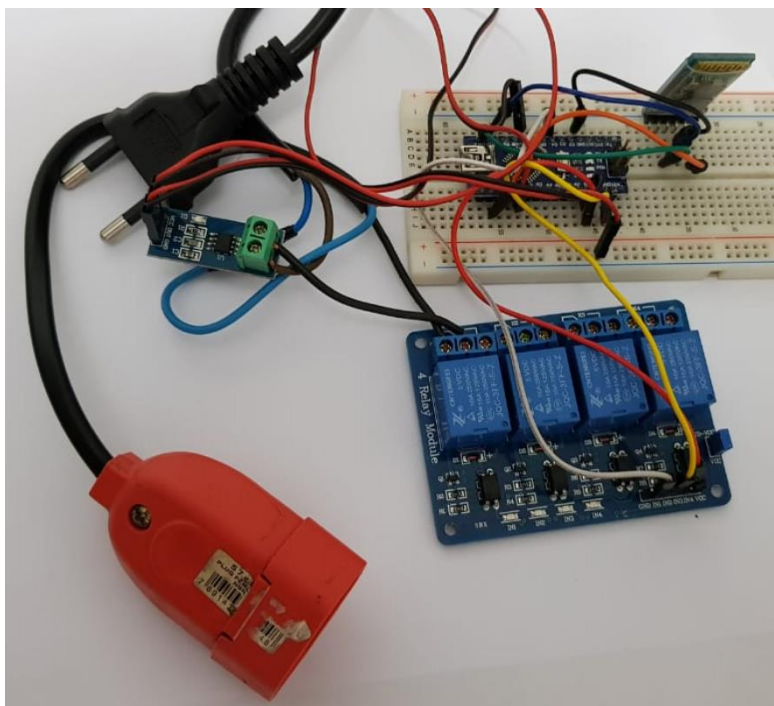
O módulo de Relé 5V 1 Canal pode controlar lâmpadas, motores, eletrodomésticos e outro equipamentos utilizando apenas um pico de controle, já que o circuito a ser alimentado fica completamente isolado do circuito do microcontrolador.

O módulo relé 1 canal funciona com tensão de 5V, e pode acionar cargas de até 250VAC ou 30VDC, suportando uma corrente máxima de 10A. Possui LED indicador de energia, 2 pinos de energia e 1 de controle, além do borne de saída com parafusos, facilitando a conexão dos equipamentos.

O módulo de relé de 1 canal fará o travamento dos equipamentos cadastrados no aplicativo, pelo usuário, nos horários por ele definido. Ele também realizará a função de destravamento dos contatos em horários aptos a utilização dos equipamentos.

Para o funcionamento do hardware apresentado no Desenho 21 foi necessária uma ligação entre os módulos, especificados no tópico acima, de forma à ser realizada a comunicação entre eles. O Desenho 21 apresentada a montagem preliminar da tomada IoT. Neste conjunto de teste o sistema ainda não é concentrado em uma única caixa especifica de tomada para abrigo de todos os módulos.

Desenho 21 – Hardware Montado para testes



Fonte: Própria

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O recente desenvolvimento pôs em evidencia o problema de concentração da demanda em horários de ponta. Fato que este tem impacto no custo final de energia elétrica quando analisado na modalidade tarifária horária branca, uma vez que adaptando os hábitos de consumo para essa modalidade, sendo eles levados para execução em horários fora de ponta, o custo benefício econômico é evidente.

Por meio de atividades supervisionadas realizadas por acadêmicos do curso de engenharia elétrica na Universidade Presbiteriana Mackenzie, foram obtidos dados para uma análise sobre o impacto deste novo modelo tarifaria em consumidores residências. Os dados levantados apresentaram que, em primeiro momento e mantendo os hábitos de consumo originais, as residências estudadas apresentam características a modalidade convencional, não sendo benéfico a adesão imediata para a modalidade horária branca.

Contudo, com a etapa presente da pesquisa, concluímos que é importante que os consumidores antes de optar pela tarifa branca, conheça seu perfil de consumo e a relação entre a tarifa branca e a tarifa convencional. Foi verificada também que, com esforços de modular o consumo das cargas para períodos fora de ponta, é possível obter ganhos significativos com a adesão da tarifa branca.

Com a mudança de hábitos, junto do uso da tomada IoT apresentada, foi possível uma redução no consumo elétrico residencial além de um deslocamento e redução dos horários de pico de consumo, o que possibilitou uma maior redução de custos para a modalidade tarifária branca, na residência 2.

## REFERÊNCIAS

CGEE – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Redes Elétricas Inteligentes: Contexto Nacional. Brasília, DF: Corporate Finance Center, 2012. Disponível em < [https://www.cgee.org.br/documents/10195/734063/Redes\\_Eletricas\\_Inteligentes\\_22mar13\\_9539.pdf/36f87ff1-43ed-4f33-9b53-5c869ace9023?version=1.1](https://www.cgee.org.br/documents/10195/734063/Redes_Eletricas_Inteligentes_22mar13_9539.pdf/36f87ff1-43ed-4f33-9b53-5c869ace9023?version=1.1)>. Acesso em: 07 de mar. de 2019a.

LAPA, César; SAIDEL, Marco Antônio; DI SANTO, Katia Gregório. **Importância da medição de energia para a eficiência energética.** Medição e eficiência energética. São Paulo, p 64-72. 2009. Disponível em < [http://www.cck.com.br/artigos/palestras/importancia\\_medicao.pdf](http://www.cck.com.br/artigos/palestras/importancia_medicao.pdf)>. Acesso em: 19 de outubro de 2019a.

LEMOS, I. P. **Medidor de energia para avaliação da adesão à tarifa branca em smart grids.** Dissertação (Mestrado em Sistemas de Infraestrutura Urbana) – Universidade Católica de Campinas, 2017. Disponível em <<http://tede.bibliotecadigital.puc-campinas.edu.br:8080/jspui/bitstream/tede/923/2/IVAN%20PEDROTTI%20LEMOS.pdf>>. Acesso em: 28 de fev. de 2019a.

MORAES, C. S. **Análise de medidas para efficientização e uso racional da energia elétrica em condicionadores de ar.** Mato Grosso. 2013. 172 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Ambiental). Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, MT. Disponível em < <https://docplayer.com.br/4842941-Analise-de-medidas-para-eficientizacao-e-uso-razional-da-energia-eletrica-em-condicionadores-de-ar.html>>. Acesso em: 19 de outubro de 2019a.

**Resolução Normativa N° 414 ANEEL,** 2010. Disponível em: < <http://www.aneel.gov.br/documents/656877/14486448/bren2010414.pdf/3bd33297-26f9-4ddf-94c3-f01d76d6f14a?version=1.0>>. Acesso em: 25 de abril de 2019a.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, fonte de toda sabedoria, pela força e pela coragem que nos concedeu, permanecendo ao nosso lado em todo o percurso desta caminhada.

Ao Prof. Dr. Jean Pierre Raulin, nossa eterna gratidão, por sermos orientados, com diretrizes seguras, muita paciência, constante acompanhamento e incentivo, nos aceitando com todas as nossas teorias e ideias.

Ao Prof. Dr. Cleber Roberto Guirelli, por ter se ofertado a nos acompanhar na primeira etapa de realização, com diretrizes seguras e acompanhamento.

Ao Prof. Edison Motoki, por também ter se ofertado a nos acompanhar constantemente na realização, com diretrizes seguras.

A nossa família, pela paciência e compreensão.

Aos nossos colegas de sala, pelas palavras de incentivo, apoio e companhia nesses anos de estudos.