

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CAMPUS CACHOEIRA DO SUL
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

Thales Loebens

**DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVO PARA DEFINIÇÃO DA
MELHOR MODALIDADE TARIFÁRIA PARA CONSUMIDORES DO
GRUPO B**

Cachoeira do Sul, RS
2020

Thales Loebens

**DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVO PARA DEFINIÇÃO DA MELHOR MODALIDADE
TARIFÁRIA PARA CONSUMIDORES DO GRUPO B**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM *campus* Cachoeira do Sul.

Orientadora: Laura Lisiane Callai dos Santos

Thales Loebens

**DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVO PARA DEFINIÇÃO DA MELHOR MODALIDADE
TARIFÁRIA PARA CONSUMIDORES DO GRUPO B**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM *campus* Cachoeira do Sul.

Aprovado em 27 de agosto de 2020:

Laura Lisiane Callai dos Santos, Dra. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Celso Becker Tischer, Dr. (UFSM)

Dion Lenon Prediger Feil, Dr. (UFSM)

NUP: 23081.029614/2020-78	Prioridade: Normal	
Homologação de Ata 010 - Organização e Funcionamento		
COMPONENTE		
Ordem	Descrição	Nome do arquivo
1	Ata de defesa de trabalho de conclusão de curso (TCC) (125.322)	TCC Thales.pdf
Assinaturas		
11/09/2020 09:57:39		
1101975 - LAURA LISIANE CALLAI DOS SANTOS (PROFESSOR DO MAGISTÉRIO SUPERIOR) 31.04.00.00.0.0 - COORDENAÇÃO ACADÊMICA - UFSM-CS - C_ACA_CampusCS		
11/09/2020 11:24:01		
1388129 - CELSO BECKER TISCHER (PROFESSOR DO MAGISTÉRIO SUPERIOR) 31.04.00.00.0.0 - COORDENAÇÃO ACADÊMICA - UFSM-CS - C_ACA_CampusCS		
11/09/2020 16:37:27		
3109043 - DION LENON PREDIGER FEIL (PROFESSOR MAGISTÉRIO SUPERIOR - SUBSTITUTO) 31.04.00.00.0.0 - COORDENAÇÃO ACADÊMICA - UFSM-CS - C_ACA_CampusCS		
		
Código Verificador: 330208 Código		
CRC: 8ccc0a98		
Consulte em: https://portal.ufsm.br/documentos/publico/autenticacao/assinaturas.html		

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais Silvana Heck e Silvano Loebens por me dar a oportunidade de estudar e não medir esforços para que esse sonho se realizasse.

À minha irmã Thaís Loebens e minha avó Erlita Heck pelo apoio durante toda a graduação.

Aos meus amigos e colegas pela parceria, amizade e troca de aprendizados durante a graduação.

Aos professores da UFSM campus Cachoeira do Sul agradeço por todo o conhecimento compartilhado.

À professora Laura Santos pela disponibilidade, orientação e paciência para que esse trabalho fosse realizado.

RESUMO

AUTOR: Thales Loebens
ORIENTADOR: Laura Lisiane Callai dos Santos

Desenvolvimento de aplicativo para a definição da melhor modalidade tarifária para consumidores do Grupo B

Os consumidores de baixa tensão são responsáveis pelos maiores custos de expansão do sistema elétrico brasileiro, devido à grande concentração de consumo de energia entre às 18 e 21 horas. Isso ocorre pelo fato desses consumidores serem tarifados pela tarifa convencional, a qual possui o mesmo preço de tarifa ao longo do dia. Com uma demanda mais elevada em determinadas horas do dia, necessita-se de investimentos no sistema elétrico nacional e, para que isso não seja necessário, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) criou a tarifa branca, a qual possui valores diferenciados de tarifa ao longo dia, buscando diminuir o carregamento de energia no horário de ponta. A tarifa branca possui três valores distintos: ponta, intermediário e fora de ponta. Desta forma, os consumidores que aderirem a Tarifa Branca poderão diminuir o custo de energia com o deslocamento de cargas para períodos em que a energia seja mais barata (horário fora ponta). A partir do incremento da Tarifa Branca como nova modalidade tarifária, esse trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um aplicativo que define qual a tarifa mais adequada para o consumidor de baixa tensão aderir. O aplicativo foi executado através do ambiente de desenvolvimento MIT App Inventor, desenvolvido para a plataforma Android. Como validação da ferramenta desenvolvida, simulou-se quatro estudos de casos com consumidores de diferentes hábitos de consumo de energia, a fim de determinar se a tarifa branca traria benefícios. Em dois desses casos a nova tarifa é vantajosa ao consumidor.

Palavras-Chave: Tarifa branca. Aplicativo. Consumidor de baixa tensão. MIT App Inventor.

ABSTRACT

AUTHOR: Thales Loebens
ADVISOR: Laura Lisiane Callai dos Santos

Development of application to definition of the best fee mode for Group B consumers

Low voltage consumers are responsible for the higher costs of expansion of the Brazilian electrical system, due to the high concentration of energy consumption between 6 pm and 9 pm. This is due to the fact that these consumers are charged at the conventional tariff, which has the same tariff price throughout the day. With a higher demand at certain times of the day, investments in the national electricity system are needed and, for that not to be necessary, the National Electric Energy Agency (ANEEL) created the white tariff, which has different tariff values throughout the day, seeking to reduce energy loading during peak hours. The white tariff has three distinct values: peak, intermediate and off-peak. In this way, consumers who adhere to the White Rate will be able to reduce the energy cost by shifting loads to periods when energy is cheaper (off-peak hours). Based on the increase in the White Rate as a new tariff modality, this work aims to develop an application that defines which rate is the most suitable for low voltage consumers to join. The application was run through the MIT App Inventor development environment, developed for the Android platform. As validation of the developed tool, four case studies were simulated with consumers of different energy consumption habits, in order to find out if the white tariff would bring benefits. In two of these cases, the new tariff is advantageous to the consumer.

Keywords: White tariff. App. Low voltage consumer. MIT App Inventor.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Composição do mercado de energia elétrica no Brasil.....	15
Figura 2 - Composição do mercado de baixa tensão no Brasil	16
Figura 3 - Curva típica de carga de consumidores residenciais	16
Figura 4 - Curva típica de carga de consumidores comerciais	17
Figura 5 - Curva típica de carga de consumidores rurais	18
Figura 6 - Comparativo entre a Tarifa Branca e Tarifa Convencional. (a) dias úteis. (b) finais de semana e feriados.....	20
Figura 7 - Ranking de aplicativos mais usados no Brasil.....	23
Figura 8 - Programação MIT App Inventor.....	25
Figura 9 - Fluxograma de Atividades	26
Figura 10 - Tela de início do Aplicativo.....	27
Figura 11 - Tela explicativa sobre a nova tarifa	28
Figura 12 - Tela de seleção do subgrupo de consumo.....	29
Figura 13 - Tela de seleção da concessionária de energia elétrica	29
Figura 14 - Tela Lista de Aparelhos Elétricos	33
Figura 15 - Tela Resultados.....	34
Figura 16 - Tela melhor modalidade tarifária.....	34
Figura 17 - Bloco de telas.....	37
Figura 18 - Blocos de controle	38
Figura 19 - Bloco de cálculo da tarifa convencional	38
Figura 20 - Bloco que define a melhor tarifa.....	39
Figura 21 - Aparelhos do estudo de caso 1 (verão)	41
Figura 22 - Aparelhos do estudo de caso 1 (inverno).....	42
Figura 23 - Aparelhos do estudo de caso 2.....	44
Figura 24 - Aparelhos do estudo de caso 3.....	45
Figura 25 - Aparelhos do estudo de caso 4.....	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Sistema de tarifação de energia elétrica no Brasil.....	14
Tabela 2 - Tarifas para consumidores residenciais.....	30
Tabela 3 - Tarifas para consumidores rurais	30
Tabela 4 - Tarifas para consumidores comerciais	31
Tabela 5 - Tarifa final dos consumidores do Grupo B	31
Tabela 6 - Lista de aparelhos elétricos	32
Tabela 7 - Fatura anual de energia do estudo de caso 1	43
Tabela 8 - Fatura anual de energia do estudo de caso 2	45
Tabela 9 - Fatura anual de energia do estudo de caso 3	46
Tabela 10 - Fatura anual de energia do estudo de caso 4	48

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica

BT - Baixa Tensão

SEB - Sistema Elétrico Brasileiro

RN - Resolução Normativa

TUSD - Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição

TE - Tarifa de Energia

GD - Geração Distribuída

HOMER - Hybrid Optimization Model for Electric Renewables

PROCEL INFO - Centro Brasileiro de Informação de Eficiência Energética

IBOPE - Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística

APP - Aplicativo

CAD - Computer Aided Design

KCL - Lei de Kirchhoff

CEEE - Companhia Estadual de Energia Elétrica

RGE - Rio Grande Energia

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1 Caracterização e justificativa	10
1.2 Objetivos	11
1.2.1 Objetivo Geral	11
1.2.2 Objetivo Específico	12
1.3 Contribuições do Trabalho	12
1.4 Organização dos capítulos	12
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 Tipos de consumidores de energia	14
2.2 Comportamento do Sistema Elétrico Brasileiro	15
2.3 Estrutura Tarifária Brasileira	18
2.4 Tarifa Branca	19
2.5 Trabalhos considerando a Tarifa Branca	21
2.6 Aplicativos	22
2.7 MIT App Inventor	24
2.8 Considerações do capítulo	25
3. ESTRUTURA DO APLICATIVO	26
3.1 Etapa 1: Inicialização	27
3.2 Etapa 2: Seleção de equipamentos	32
3.3 Etapa 3: Resultados	33
3.4 Programação no MIT App Inventor	35
3.4.1 Equacionamentos para a programação.....	35
3.4.2 Blocos de programação do aplicativo	37
3.5 Considerações do capítulo	39
4. ESTUDO DE CASO	40
4.1 Estudo de Caso 1	40

4.2 Estudo de Caso 2	43
4.3 Estudo de Caso 3	45
4.4 Estudo de Caso 4	46
4.5 Considerações finais do capítulo.....	48
5. CONCLUSÃO	49
5.1 Trabalhos futuros.....	50
REFERÊNCIAS	51

1. INTRODUÇÃO

1.1 Caracterização e justificativa

O consumo de energia é um indicador importante para o desenvolvimento econômico e para o nível de qualidade de vida da sociedade. Ele reflete tanto o ritmo dos setores industriais e comerciais, quanto no bem-estar e lazer da população com serviços tecnologicamente avançados.

Os consumidores ou unidades consumidoras de energia elétrica são classificados de acordo com o nível de tensão de atendimento. Consumidores com nível de tensão igual ou superior a 2,3 kV, ou atendidos por sistema subterrâneo de distribuição, são classificados como Grupo A. Aqueles que são caracterizados pelo nível de tensão inferior a 2,3 kV, são denominados Grupo B (ANEEL, 2010).

Os consumidores de Baixa Tensão (BT), ao contrário dos consumidores de média e alta tensão (com tensão igual ou superior a 2,3 kV), até 2018, não possuíam uma tarifa com distinção horária de consumo de energia elétrica, ou seja, eram faturados por uma única tarifa, acarretando em elevados custos para o setor elétrico. Esses consumidores possuem um comportamento típico de carga, com valores elevados no horário de ponta, resultando em custos de expansão do sistema de distribuição para atender pequenos períodos de tempo (FIGUEIRÓ, 2013).

Com o objetivo de aperfeiçoar a estrutura tarifária, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) pôs em vigor, em janeiro de 2018, a modalidade tarifária branca. Essa nova tarifa tem como propósito incentivar os consumidores de baixa tensão a diminuir o consumo de energia elétrica nos horários de maior carregamento do sistema, período em que o preço da tarifa é mais caro, comparado ao período fora ponta.

A tarifa horária branca entrou em vigor em 2018, apenas para os consumidores com média anual de consumo mensal superior a 500 kW/h. Segundo a Resolução Normativa (RN) nº. 733/2016 da ANEEL, em 2020, todas as unidades consumidoras podem aderir a tarifa branca, exceto as unidades consumidoras da subclasse baixa renda, do tipo iluminação pública e unidades consumidoras que façam uso do sistema de pré-pagamento. Os consumidores que desejarem migrar para a tarifa branca, devem solicitar, junto as distribuidoras, a troca dos medidores de energia eletromecânicos pelos eletrônicos. Os custos relativos ao medidor e à sua instalação são de responsabilidade da distribuidora de energia (ANEEL, 2019).

O consumidor que optar pela tarifa branca passa a ter possibilidade de pagar valores diferentes em função da hora e do dia da semana. Durante os dias úteis, o valor da tarifa branca varia de acordo com os períodos: Ponta, Intermediário e Fora Ponta. Na ponta e no intermediário, a energia é mais cara. Fora de ponta, o valor é menor. Nos feriados nacionais e nos fins de semana, o valor considerado é o fora de ponta durante todo o dia (ANEEL, 2019).

Além de uma possível redução na conta de energia elétrica para o consumidor, a tarifa branca traz benefícios para o Sistema Elétrico Brasileiro (SEB). Com o deslocamento de cargas dos consumidores de baixa tensão para horários fora ponta, a curva típica de carga do sistema torna-se mais linear, reduzindo maiores custos de expansão devido aos períodos de ponta.

Antes de optar pela tarifa branca, é necessário que o consumidor faça um estudo sobre o seu perfil de consumo de energia. Deve-se analisar os períodos em que aparelhos que consomem mais energia elétrica, como chuveiro, ar condicionado e aquecedores, são mais utilizados, para assim, definir se é vantajoso migrar para a tarifa branca. Caso não houver possibilidade de o consumidor transferir o uso desses aparelhos para períodos fora ponta, manter-se com a tarifa convencional é a melhor opção.

A partir de 2020, todos os consumidores do Grupo B podem aderir à tarifa branca (exceto iluminação pública e consumidores de baixa renda). Desta forma, a proposta desse trabalho é o desenvolvimento de uma ferramenta que auxilie os consumidores de baixa tensão na escolha da melhor modalidade tarifária para faturamento de seu consumo de energia elétrica. Devido ao grande avanço do uso de dispositivos móveis na sociedade, criou-se um aplicativo que busque maior praticidade para o usuário, não necessitando estar conectado à rede wifi. A ferramenta foi desenvolvida através do MIT App Inventor, sendo possível analisar diferentes perfis de consumo para consumidores do Grupo B (residencial, comercial e rural).

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Como objetivo geral deste trabalho, tem-se o desenvolvimento de um aplicativo para definição da melhor modalidade tarifária para consumidores do Grupo B, de acordo com o perfil de consumo de energia elétrica.

1.2.2 Objetivo Específico

Para se alcançar o objetivo principal, são buscados alguns objetivos específicos:

1. Revisar sobre a tarifação dos consumidores do grupo B;
2. Analisar os diferentes perfis de carga dos consumidores residenciais, comerciais e rurais;
3. Compreender a importância da tecnologia no cotidiano da sociedade, destacando o uso do aplicativo como ferramenta de auxílio;
4. Desenvolver um aplicativo para o consumidor definir a melhor modalidade tarifária de acordo com seu perfil de consumo, mesmo estando off-line.
5. Analisar diferentes perfis de consumo, utilizando o aplicativo desenvolvido.

1.3 Contribuições do Trabalho

Esse trabalho tem como principal contribuição o desenvolvimento de um aplicativo que define a melhor opção tarifária para o consumidor de baixa tensão ao selecionar os equipamentos eletrônicos e eletrodomésticos utilizados no dia a dia, com a possibilidade de deslocamento de carga, se necessário.

Hoje, encontra-se disponível na Play Store o aplicativo TarifaBranca, que realiza os cálculos definindo a tarifa mais vantajosa, após o consumidor inserir o consumo em kWh nos períodos de ponta, fora ponta e intermediário. Uma desvantagem desse aplicativo é a dificuldade do usuário em saber quanto é seu consumo em cada um dos três postos tarifários. Diferente desse aplicativo, o presente trabalho traz a possibilidade de escolher entre diversos equipamentos e suas horas de utilização no dia, demonstrando, ao final, o valor na tarifa convencional e branca, bem como prováveis mudanças de hábitos de consumo que acarretarão menor custo na fatura mensal de energia.

1.4 Organização dos capítulos

O presente trabalho está dividido em 5 capítulos, incluindo esse introdutório.

No capítulo 2 é apresentada uma revisão bibliográfica que enfatiza o perfil dos consumidores de energia, o comportamento do sistema elétrico brasileiro, destacando o período de ponta do sistema, o qual é causado principalmente pelos consumidores do Grupo B e a estrutura tarifária brasileira. O capítulo aborda ainda a modalidade tarifa branca e o uso de aplicativos como ferramenta de auxílio no cotidiano da sociedade.

O capítulo 3 expõe a estrutura do aplicativo, sendo ela separada em três etapas de operação. Na primeira etapa, o usuário informa em qual subgrupo está inserido (residencial, comercial ou rural) e qual concessionária lhe fornece energia. Na segunda etapa, uma tabela com equipamentos elétricos será fornecida para que o consumidor informe o que é utilizado em sua casa ou estabelecimento comercial e qual o horário da utilização. Após a seleção dos equipamentos, a ferramenta executa os cálculos necessários. A última etapa é a demonstração da fatura mensal de energia com as tarifas convencional e branca. Desta forma, o usuário analisa se a migração para a tarifa branca é vantajosa ou não.

No capítulo 4, é mostrado os estudos de casos realizados com o aplicativo desenvolvido. 4 estudos de casos foram simulados com consumidores de diferentes subgrupos, concessionárias e hábitos de consumo. Assim, foi possível analisar qual a melhor modalidade tarifária para cada consumidor.

Por fim, o capítulo 5 apresenta as considerações finais do trabalho.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O presente capítulo tem como objetivo descrever a revisão bibliográfica, demonstrando o comportamento do sistema elétrico brasileiro e a composição da estrutura tarifária para diferentes consumidores. Enfatiza ainda sobre a aplicação da tarifa branca para os consumidores do Grupo B, bem como a disseminação do uso de aplicativos.

2.1 Tipos de consumidores de energia

Segundo a ANEEL, órgão responsável por fiscalizar e regulamentar a energia elétrica no Brasil, as unidades consumidoras de energia elétrica são classificadas em dois grupos: A e B. De acordo com a RN nº. 414 da ANEEL (2010a), o Grupo A é composto por unidades consumidoras com fornecimento em tensão igual ou superior a 2,3 kV, ou atendidas a partir de sistema subterrâneo de distribuição em tensão secundária, caracterizado pela tarifação binômia. Já o Grupo B é composto por unidades consumidoras com fornecimento em tensão inferior a 2,3 kV, caracterizado pela estruturação tarifária monômia. Tanto o Grupo A quanto o Grupo B possuem subgrupos que são definidos de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1 - Sistema de tarifação de energia elétrica no Brasil

GRUPO	SUBGRUPO	TARIFAS
A	A1: tensão de fornecimento igual ou superior a 230kV	Horo-sazonal azul: Tensão de fornecimento igual ou superior a 69 kV
	A2: tensão de fornecimento de 88kv a 138kV	
	A3: tensão de fornecimento de 69kV	
	A3a: tensão de fornecimento de 30kV a 44kV	Horo-sazonal verde: Tensão de fornecimento inferior a 69 kV
	A4: tensão de fornecimento de 2,3kV a 25kV	
	As: tensão de fornecimento inferior a 2,3kV, a partir de sistema subterrâneo de distribuição	
B	B1: residencial	Convencional ou branca
	B2: rural	
	B3: demais classes	
	B4: iluminação pública	Convencional

Fonte: ANEEL (2019)

Enquanto os consumidores do Grupo A dispõem de diferentes alternativas de tarifas há algum tempo, apenas em 2018 que o Grupo B obteve uma nova opção tarifária. Esse fato faz com que haja uma modulação de carga distinta entre os dois grupos.

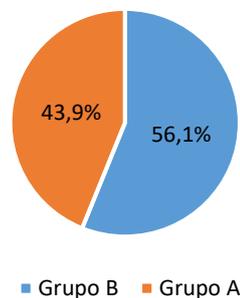
2.2 Comportamento do Sistema Elétrico Brasileiro

A expansão do uso de novos equipamentos eletroeletrônicos faz com que a atual capacidade do sistema seja insuficiente para atender tamanha demanda de energia. O aumento do consumo de energia requer ajuste do sistema para consumidores de média e baixa tensão. A partir disso, a estrutura tarifária brasileira busca uma evolução, a fim de melhorar a eficiência e otimização dos custos de expansão do sistema elétrico.

Enquanto os consumidores do Grupo A apresentam uma curva de carga uniforme ao longo do dia, devido a estes consumidores possuírem diferentes alternativas de tarifação, os consumidores do Grupo B apresentam um pico de energia entre os períodos das 18 às 21 horas. Devido ao pico de consumo no horário de ponta, os custos marginais de capacidade também aumentam. Conseqüentemente, o custo de expansão e os custos de geração são maiores, a fim de suprir essa carga. Nesse sentido, torna-se necessária a aplicação de uma tarifa aos consumidores do Grupo B, para que estes alterem seus hábitos de consumo e reduzam o carregamento do sistema.

A Figura 1 demonstra a composição do mercado de energia elétrica no Brasil.

Figura 1 - Composição do mercado de energia elétrica no Brasil

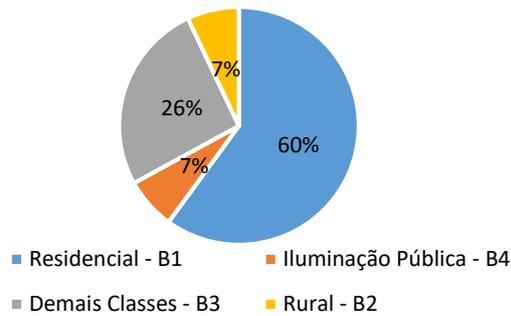


Fonte: Adaptado de (ANEEL,2010)

Através da Figura 2, visualiza-se que os consumidores do Grupo B são a maioria na composição do mercado de energia elétrica no Brasil, com 56,1% do consumo. Já os consumidores do Grupo A, representam 43,9% do mercado de energia elétrica.

Na Figura 2 é apresentada a composição do mercado de baixa tensão no Brasil, conforme a Nota Técnica nº 362 da ANEEL (2010), onde verifica-se que os consumidores residenciais representam 60% do mercado de baixa tensão.

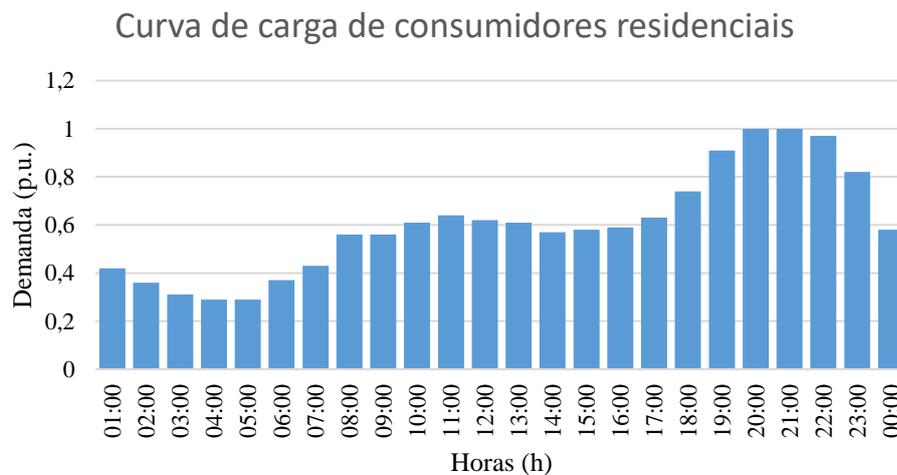
Figura 2 - Composição do mercado de baixa tensão no Brasil



Fonte: Adaptado de (ANEEL,2010)

Como visto na Figura 2, os consumidores residenciais representam a maior parcela da composição do mercado de baixa tensão no Brasil. A curva de carga de um consumidor residencial caracteriza-se por um consumo aproximadamente constante durante o dia inteiro, com um aumento de carga no período de ponta e intermediário (entre às 18 até 22 horas), devido principalmente, pelo uso de chuveiros elétricos. O comportamento da curva de carga de consumidores residenciais pode ser observado na Figura 3.

Figura 3 - Curva típica de carga de consumidores residenciais



Fonte: Adaptado de (NETO, 2017)

Diferentemente dos consumidores residenciais, os consumidores comerciais caracterizam-se por possuir uma demanda praticamente constante no horário comercial (08h às 19h), apresentando um declínio no horário de almoço, onde suas atividades são pausadas. Fora do horário comercial, a demanda de energia é praticamente destinada toda para a refrigeração e iluminação. Na Figura 4, observa-se o comportamento da curva de carga para os consumidores comerciais.

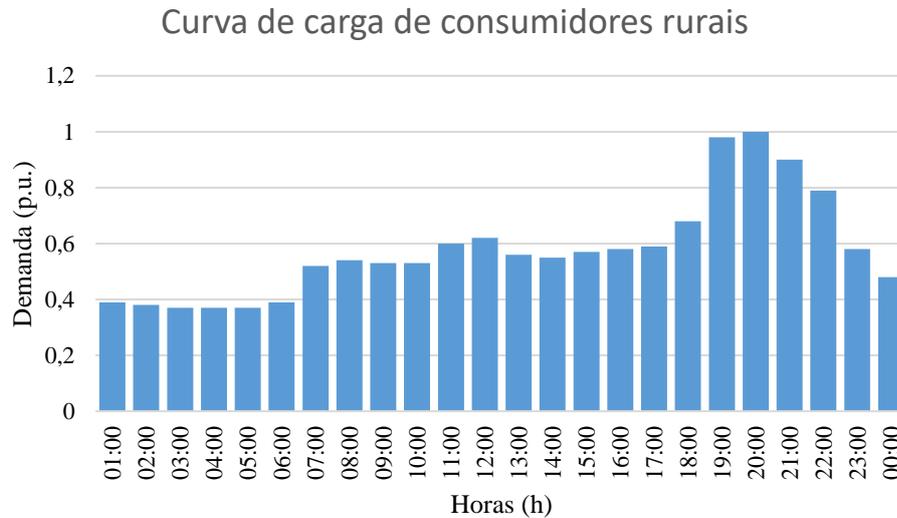
Figura 4 - Curva típica de carga de consumidores comerciais



Fonte: Adaptado de (NETO, 2017)

Na Figura 5, é apresentado o consumo de energia elétrica dos consumidores rurais, sendo bem similar aos consumidores residenciais, Figura 3, com um aumento significativo da demanda no período de ponta.

Figura 5 - Curva típica de carga de consumidores rurais



Fonte: Adaptado de (NETO, 2017)

Através da curva de carga do consumidor, é calculado o valor da fatura mensal de energia elétrica. Cabe a ANEEL definir o preço que deve ser pago pelos consumidores finais, sendo as tarifas calculadas para uma concessionária de distribuição ou para uma concessionária de transmissão.

2.3 Estrutura Tarifária Brasileira

Segundo (EL HAGE F. S.,2011), a estrutura tarifária é definida como “[...] o mecanismo de diferenciação de preços cobrados pelo uso das redes de distribuição aos diferentes tipos de consumidores ou mercados existentes em uma área de concessão deste serviço, independentemente da receita requerida da empresa distribuidora”. No Brasil, a ANEEL define o preço da tarifa de energia elétrica que deve ser pago pelos consumidores finais.

Os consumidores do Grupo A possuem tarifação convencional binômica, que se caracteriza por tarifas de consumo e demanda, independentes das horas de utilização do dia. Os consumidores de média tensão podem optar pela tarifa convencional, quando a demanda contratada for inferior a 300 kW, ou pela hora-sazonal, quando for superior.

Enquanto a tarifa convencional caracteriza-se por uma tarifa de valor fixa de consumo de energia elétrica, independente da hora do dia, a hora-sazonal possui preços diferenciados de consumo e demanda dependendo da hora de utilização e dos períodos do ano. A tarifa hora-sazonal divide-se em Tarifa hora-sazonal Verde e Azul e, em ambas, o consumidor possui

tarifas diferenciais de consumo de energia para os postos tarifários e períodos dos anos. Porém, a Tarifa Verde possui única tarifa de demanda de potência e atende as unidades consumidoras com tensão de fornecimento inferior a 69 kV, enquanto a Tarifa Azul possui tarifas de demanda diferenciais, de acordo com o horário do dia e atende as unidades consumidoras com tensão igual ou superior a 69 kV.

Para os consumidores do Grupo B, aplicasse a tarifação monômnia de fornecimento que, segundo a RN nº. 479 da ANEEL (2012), é constituída por valor monetário aplicável unicamente ao consumo de energia elétrica ativa, obtida pela conjunção da componente de demanda de potência e de consumo de energia elétrica que compõem a tarifa binômnia. A tarifa monômnia é composta pela soma de duas componentes: Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD), a qual se refere ao valor monetário unitário determinado pela ANEEL, utilizado para efetuar o faturamento mensal de usuários do sistema de distribuição de energia elétrica pelo uso do sistema. A outra componente refere-se a Tarifa de Energia (TE), utilizado para efetuar o faturamento mensal referente ao consumo de energia.

A tarifa convencional monômnia é a estrutura tarifaria mais utilizada entre os consumidores do grupo B, devido ao seu longo tempo de implantação. Essa tarifa é caracterizada por consumo com valor único, independentemente do horário do dia. Devido as características dessa tarifa, às cargas elétricas residenciais aumentam de forma significativa em determinado horário do dia, chamado de período de ponta. Como a rede elétrica trabalha sobrecarregada nos períodos de ponta, encontrou-se na tarifa branca, uma forma de otimizar o sistema elétrico, buscando o deslocamento das cargas para períodos de fora ponta.

2.4 Tarifa Branca

Em geral, os consumidores atendidos em baixa tensão não possuíam alternativas de tarifação, ou seja, eram faturados de uma única forma, na qual a tarifa era única independentemente do horário do dia. Em 2018, a ANEEL criou a tarifa branca, que reflete o uso de energia elétrica de acordo com o horário consumido. Dessa forma, o consumidor pode alterar o seu horário de consumo para o período de fora ponta e reduzir seus gastos com energia elétrica, além de melhorar o fator de utilização das redes elétricas.

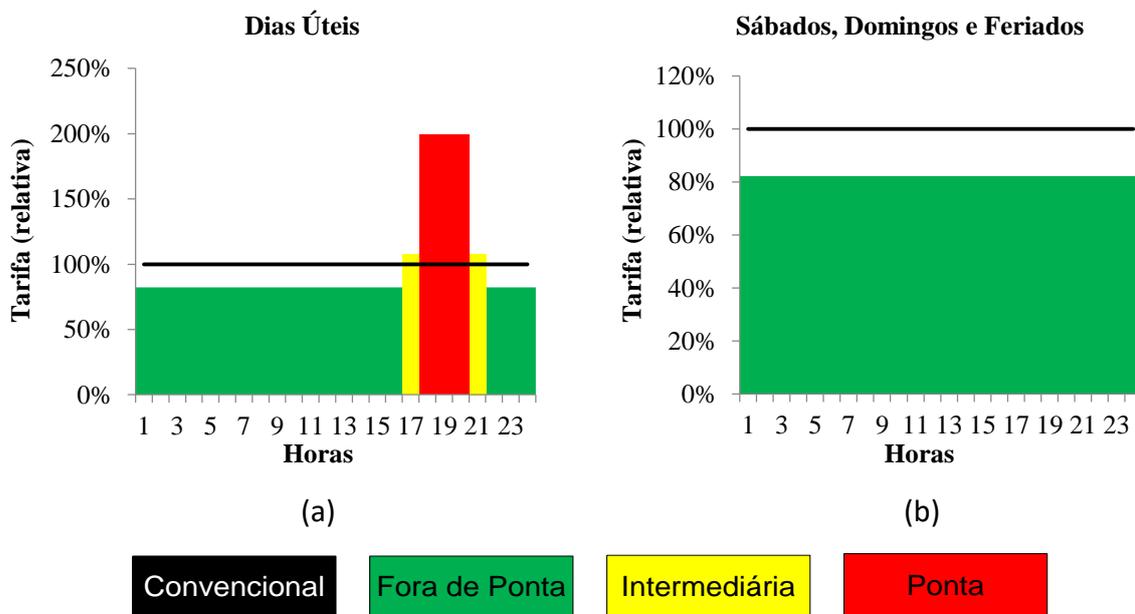
A tarifa branca é dividida em períodos de: ponta, intermediário e fora de ponta. Feriados e finais de semana são considerados períodos de fora ponta durante todo o dia. Detalhes podem ser vistos abaixo.

- **Horário de ponta:** período diário de 3h consecutivas, com exceção feita aos sábados, domingos e feriados nacionais;
- **Horário intermediário:** período de horas conjugadas ao horário de ponta, aplicados exclusivamente às unidades consumidoras que optem pela Tarifa Branca. Pode variar de 1h à 1h30 antes e depois do horário de ponta; e
- **Horário fora de ponta:** período diário composto pelas horas consecutivas e complementares ao horário de ponta e intermediário.

O horário de ponta é normalmente definido pelas concessionárias entre 18h até às 21h. O período intermediário é a hora imediatamente anterior e pela hora posterior ao período de ponta. Já o horário fora de ponta é todos os horários que não seja o período de ponta e intermediário.

A Figura 6 compara, em porcentagem de R\$/MWh, as Tarifas Convencional e Branca. Nota-se que, no período de fora de ponta, a tarifa branca é vantajosa para o consumidor, enquanto no período de ponta a tarifa possui um valor muito elevado. A Tarifa Convencional se mantém constante ao longo de todos os horários do dia.

Figura 6 - Comparativo entre a Tarifa Branca e Tarifa Convencional. (a) dias úteis. (b) finais de semana e feriados



Fonte: Adaptado de (ANEEL, 2017)

Conforme Resolução Normativa nº. 733/2016 da ANEEL, a tarifa branca começou a ser aplicada a partir de 1º de janeiro de 2018 para consumidores com média anual de consumo superior a 500 kWh/mês. Em 1º de janeiro de 2019, foi a vez dos consumidores com média anual de consumo superior a 250 kWh/mês optarem por adquirir a nova modalidade tarifária. Desde 1º de janeiro de 2020, todas as unidades consumidoras podem migrar para a Tarifa branca.

Caso o consumidor verifique benefícios a adesão à tarifa branca, a solicitação deverá ser feita a concessionária de energia. Após análise do pedido, a concessionária tem até 30 dias para realizar a troca do medidor de energia, sendo o custo de aquisição e instalação do novo medidor responsabilidade da concessionária. Caso o consumidor não perceba a vantagem da tarifa branca, ele pode solicitar, junto a concessionária, a volta para a tarifa convencional. Para que o consumidor não tenha que tomar a decisão de aderir a tarifa branca sem saber se terá benefícios econômicos, a utilização de ferramentas digitais torna-se vantajosa.

Como a tarifa branca traz vantagens para às concessionárias e para consumidores que possuem consumo concentrado nos períodos fora de ponta, muitos trabalhos e estudos vêm sendo realizados sobre o tema.

2.5 Trabalhos considerando a Tarifa Branca

Alguns autores já realizaram trabalhos que envolveram a tarifa branca em uma determinada aplicação. Alguns destes trabalhos são destacados:

Anesi (2017) desenvolveu uma linguagem de programação do *Visual Basic for Applications* no *software* Excel para determinar a modalidade tarifária ideal para o consumidor de baixa tensão. Desta forma, é possível simular diferentes hábitos de consumo para descobrir se a tarifa branca traz benefícios econômicos ao consumidor. Através dos estudos de caso, percebeu-se que consumidores residenciais com hábitos no inverno, devem deslocar suas cargas de horário de ponta para períodos de fora ponta, se desejarem migrar para a tarifa branca. Já os consumidores residenciais com hábitos no verão e lojas comerciais, tendo a maior concentração de carga nos postos tarifários fora de ponta e intermediário, poderão obter economia em suas faturas de energia elétrica ao optarem pela tarifa branca.

Considerando a inserção de geração distribuída (GD) nos consumidores do grupo B, Santos (2014) apresenta uma metodologia que analisa os impactos da tarifa branca. Com base de dados de tarifas de energia, curvas típicas de carga, recursos naturais e tipos de tecnologia para geração distribuída, simula-se, através do *software Hybrid Optimization Model for Electric*

Renewables (HOMER) a viabilidade técnica e econômica quanto à utilização de GD nos períodos de ponta da tarifa branca. Desta forma, de acordo com as faixas de consumo e as cidades consideradas na simulação, foram obtidos quinze resultados, sendo que em apenas quatro destes a utilização da tarifa branca, em conjunto com a GD, se tornou economicamente viável, destacando a cidade de Fortaleza, onde o valor da tarifa de energia e a velocidade média dos ventos são mais elevados.

Com o intuito de avaliar e estimar o comportamento do consumidor de baixa tensão a aplicação da tarifa branca, Figueiró (2013) propõem uma metodologia que considera a análise sobre os hábitos de utilização do chuveiro elétrico, carga com grande responsabilidade pelo período de ponta. Através de informações sobre os hábitos de utilização de equipamentos, fornecidas pelo Centro Brasileiro de Informação de Eficiência Energética – PROCEL INFO, aplicou-se o Método de Monte Carlo, fornecendo uma visão dos possíveis efeitos da tarifa branca para o consumidor. Figueiró conclui que, para que haja a mudança de comportamento do consumidor frente a tarifa branca, o nível de informação sobre esta tarifa torna-se fundamental, para que se obtenha benefício, pois a nova tarifa possui um cenário desfavorável para algumas faixas de consumo, do ponto de vista financeiro.

Penido (2013) desenvolve um controlador eletrônico chamado ENERGILAR, com o propósito de uma melhor eficiência energética. A regulamentação brasileira sobre o tema também foi analisada em detalhes, com o objetivo de incentivar os consumidores de baixa tensão a mudarem seus hábitos. Assim, realizou simulações financeiras envolvendo a tarifa branca. No entanto, as simulações demonstraram um aumento na conta de energia elétrica.

Diferente dos trabalhos apresentados, esse trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um aplicativo que auxilie o consumidor de baixa tensão na decisão de aderir a tarifa branca. Na internet já existem simuladores que indicam qual a melhor tarifa para o consumidor. Porém, em busca de facilidade e com o crescimento exponencial do uso de aplicativos, esse trabalho pode ser vantajoso para o consumidor simular seu consumo mensal de forma off-line.

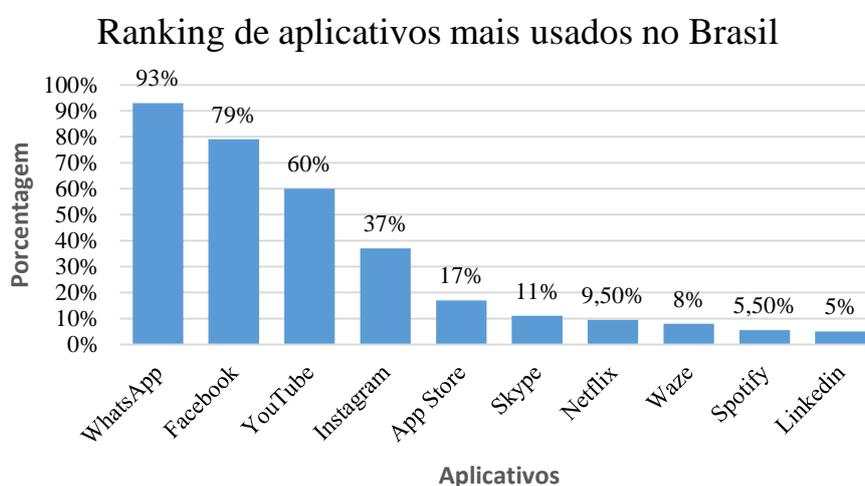
2.6 Aplicativos

Com o desenvolvimento de novas tecnologias e a grande evolução da conectividade, a cada dia os consumidores buscam ferramentas digitais que facilitem o seu cotidiano. Dentre os usos da tecnologia, os aplicativos vêm ganhando popularidade por se tratar de um software desenvolvido para ser instalado em dispositivos eletrônicos móveis, como smartphones. De

acordo com um estudo realizado em 2018, pelo Estado de Serviços Móveis, elaborado pela consultoria App Annie, os brasileiros passam em média 3 horas do seu dia utilizando aplicativos em seus smartphones, alcançando a quinta colocação no ranking mundial.

Segundo o mesmo relatório do Estado de Serviços Móveis, os aplicativos somaram quase 200 bilhões de downloads no ano de 2018. Em relação ao ano de 2016, houve um crescimento de 35% no número de downloads. A média brasileira no mesmo período foi de 25%. Na Figura 7 mostra-se os aplicativos mais utilizados pelos brasileiros, segundo o IBOPE em 2015.

Figura 7 - Ranking de aplicativos mais usados no Brasil



Fonte: (Conecta Express, 2015)

Em meio a tantos aplicativos, existem diversos que são capazes de auxiliar nas atividades profissionais. A seguir são listados alguns aplicativos para estudantes de engenharia elétrica que podem ser instalados nas versões Android e iOS.

Electrical Pro: Este aplicativo oferece a possibilidade de realizar cálculos do sistema elétrico, como fator de potência, resistências, quedas de tensão e perdas.

Icircuit: Projetado para auxiliar na simulação de circuitos. Esse aplicativo realiza os demais cálculos em tempo real, podendo incluir diversos dispositivos elétricos e eletrônicos capazes de simular tanto circuitos analógicos como digitais. Este app é considerado uma ótima opção para estudantes de engenharia elétrica.

Electrical Technology: Com este aplicativo é possível fazer cálculos de circuitos, dimensionamento de condutores, queda de tensão, resistências, dentre outras funções. A grande

vantagem desse app é a utilização mesmo estando off-line, ou seja, não é necessária conexão à internet para utilizá-lo.

DWG FastView: Aplicativo utilizado basicamente como CAD portátil. Desta forma, o usuário pode criar e visualizar os seus projetos técnicos em qualquer ambiente. O DWG FastView tem como vantagem a sua versatilidade, sendo capaz de abrir arquivos de diferentes formatos, como DWG 2D, DWG 3D, AutoCAD, entre outros.

Click Fácil: O objetivo deste aplicativo é auxiliar na criação de orçamentos para serviços que deseja realizar. Com base nas informações inseridas, o cliente recebe o orçamento de forma organizada e legítima, demonstrando um grande diferencial dos seus serviços. O app Click Fácil é totalmente gratuito e de rápida instalação.

Droid Tesla: Esse aplicativo resolve circuitos resistivos utilizando a lei de Kirchoff (KCL), simulando formas de matrizes de acordo com o circuito que o usuário deseja. Através do app também é possível fazer análises usando técnicas algébricas, como por exemplo, a eliminação de Gauss.

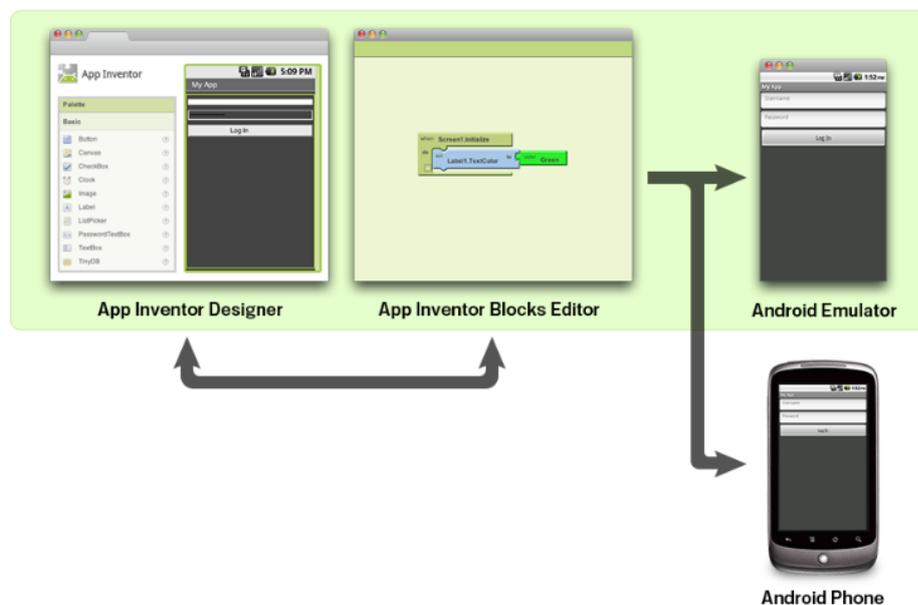
O mercado de criação de aplicativos está em constante crescimento e, devido a transformação da relação entre empresas e clientes, essa ferramenta poderá se tornar essencial para estreitar laços. Movido pela inovação, mesmo em um meio em que há barateamento constante de tecnologia, há muita oferta, porém ainda insuficiente para atender à demanda. Dentre as ferramentas online para criação de aplicativos, o MIT App Inventor vem ganhando bastante popularidade entre os programadores por ser uma plataforma de fácil aprendizado.

2.7 MIT App Inventor

O App inventor é um software de código aberto criada pela Google, e mantida pelo Massachusetts Institute of Technology (MIT), que permite desenvolver aplicativos Android usando um navegador da Web. Através do MIT, é possível criar aplicativos selecionando componentes e montando blocos, especificando como o aplicativo deve se comportar. A criação do aplicativo é feita de forma visual, juntando peças como se fosse um quebra-cabeça.

As aplicações do App inventor podem ser instaladas em qualquer telefone Android ou tablet. Caso o usuário não possuir um telefone Android, poderá simular o aplicativo desenvolvido com um emulador Android diretamente do seu computador. A Figura 8 demonstra o funcionamento do App inventor.

Figura 8 - Programação MIT App Inventor



Fonte: Android Pro

O App Inventor possui uma linguagem de programação relativamente fácil, tornando acessível a entrada de alunos no mundo da programação Android. Com a popularidade da ferramenta, muitas pessoas estavam usando o App Inventor para criar aplicativos mais complexos, com recursos limitados. Desta forma, o App Inventor vem sendo remodelado, transformando-se em uma ferramenta mais profissional.

2.8 Considerações do capítulo

O capítulo apresentou os diferentes consumidores de energia elétrica e demonstrou o porquê dos consumidores do grupo B serem os responsáveis pelo horário de ponta. No capítulo, ainda foi abordado a caracterização da tarifa de energia, se enquadrando para o grupo B a tarifa monômnia de fornecimento, composta pela soma das componentes TUSD e TE.

A tarifa branca foi destacada como possível solução para a redução do carregamento do sistema no horário de ponta. Foi citado também as vantagens que a tarifa pode trazer para o consumidor, juntamente de como ocorre a solicitação da tarifa à concessionária.

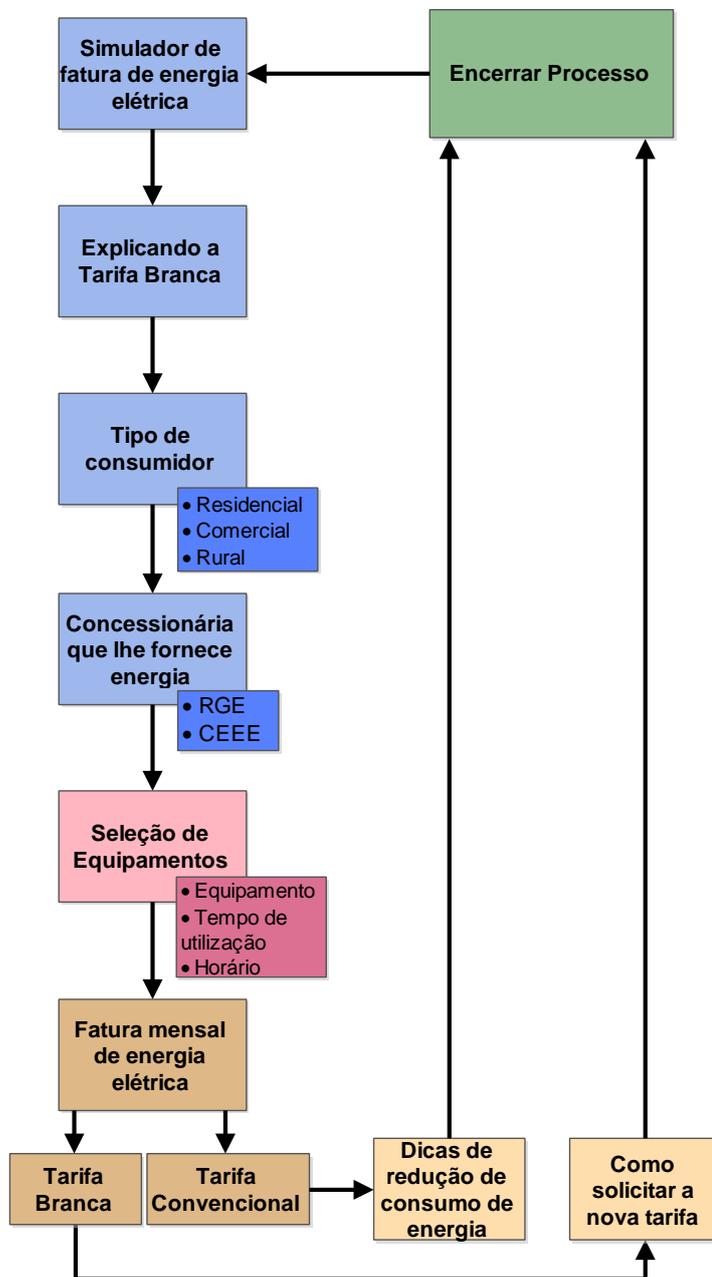
Por fim, foi destacado o crescimento do uso dos aplicativos como ferramenta de auxílio no cotidiano da sociedade e demonstrado o funcionamento da ferramenta MIT App Inventor. Desta forma, se mostrando benéfico o desenvolvimento de um aplicativo que defina qual a melhor modalidade tarifária para o consumidor de baixa tensão.

3. ESTRUTURA DO APLICATIVO

A tarifa branca é uma nova opção que o consumidor de baixa tensão tem de reduzir sua fatura mensal de energia elétrica. Antes de optar pela nova tarifa, é importante o solicitante conhecer o seu perfil de consumo.

Desse modo, foi desenvolvido um aplicativo para o consumidor de energia elétrica conhecer o seu perfil de consumo e concluir se a tarifa branca pode trazer economia na fatura mensal de energia. A Figura 9 apresenta a estrutura do aplicativo.

Figura 9 - Fluxograma de Atividades



Se o consumidor costuma utilizar a energia elétrica nos períodos fora de ponta, a adesão a tarifa branca poderá ser conveniente. No entanto, se o consumo for maior nos períodos de ponta e intermediário, é recomendado ao consumidor continuar com a tarifa convencional.

A mudança para a nova tarifa exige cuidados, visto que a escolha precipitada pode trazer aumento na conta de energia elétrica. Desse modo, é importante que o consumidor realize uma simulação do seu consumo de energia no aplicativo desenvolvido antes de optar pela tarifa branca. Conforme apresentado na Figura 9, o consumidor poderá simular a sua conta de energia e verificar qual tarifa é mais vantajosa.

O fluxograma está dividido em três etapas, sendo elas:

- Etapa 1: Inicialização;
- Etapa 2: Seleção de equipamentos;
- Etapa 3: Resultados.

3.1 Etapa 1: Inicialização

Na etapa de inicialização, é mostrado a tela inicial do aplicativo, com o título: “Simulador de Fatura de Energia Elétrica”, conforme a Figura 10.

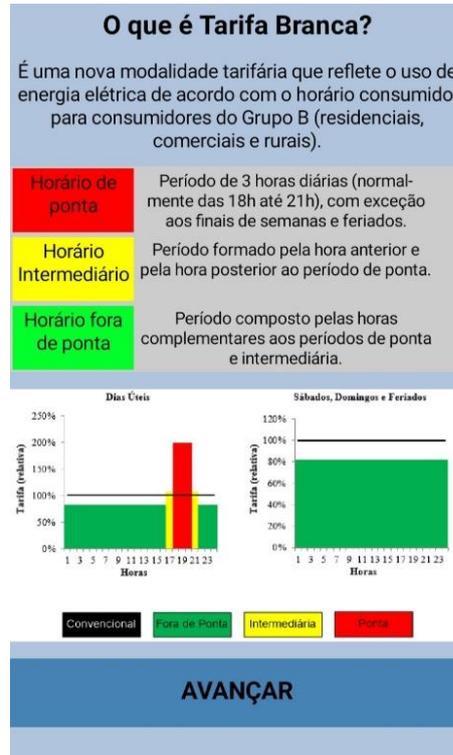
Figura 10 - Tela de início do Aplicativo



Fonte: Autor

Ao clicar no botão “Avançar”, Figura 10, uma nova aba é aberta, Figura 11. Essa tela explica ao consumidor o que é a tarifa branca, quais suas vantagens e horários dos períodos de ponta, intermediário e fora ponta.

Figura 11 - Tela explicativa sobre a nova tarifa



Fonte: Autor

Em seguida, ao clicar em avançar na Figura 11, a tela da Figura 12 é aberta, onde o consumidor deve selecionar qual o subgrupo de consumo. Dentre as opções estão: Residencial, comercial ou rural.

Figura 12 - Tela de seleção do subgrupo de consumo



Universidade Federal de Santa Maria
SEDES SAPIENTIS
1960

Informe o Subgrupo de Consumo

RESIDENCIAL
 COMERCIAL
 RURAL

AVANÇAR

Fonte: Autor

Realizada tais operações, o consumidor deverá informar qual concessionária lhe fornece energia, Figura 13. Dentre as opções, estão: Companhia Estadual de Energia Elétrica (CEEE) e Rio Grande Energia (RGE). Ambas concessionárias estão localizadas no estado do Rio Grande do Sul, realizando a distribuição de energia ou atuando como supridoras para concessionárias menores. Segundo a CEEE (BERS 2015), as duas concessionárias respondem por aproximadamente 93% da energia vendida no estado.

Figura 13 - Tela de seleção da concessionária de energia elétrica



Universidade Federal de Santa Maria
SEDES SAPIENTIS
1960

Informe a concessionária que lhe fornece energia

CEEE
 RGE

AVANÇAR

Fonte: Autor

Após o consumidor informar o subgrupo e a concessionária, a ferramenta definirá os valores da Tarifa pelo Uso do Sistema de Distribuição (TUSD) e Tarifa de Energia (TE), em R\$/kWh, nas tarifas convencional e branca. Para obter os valores das tarifas, considerou que a bandeira tarifária de energia é verde, ou seja, condições favoráveis de geração de energia, sem nenhum acréscimo na tarifa. Os impostos das tarifas não foram considerados no cálculo da fatura mensal de energia. A Tabela 2 apresenta os valores de TUSD e TE inseridas no aplicativo para os consumidores residenciais.

Tabela 2 - Tarifas para consumidores residenciais

B1 – RESIDENCIAL								
	CONVENCIONAL		BRANCA					
	TUSD	TE	TUSD			TE		
			P	FP	I	P	FP	I
CEEE	0,27023	0,24484	0,54456	0,18177	0,36745	0,43455	0,25461	0,25402
RGE	0,29026	0,27001	0,56793	0,19770	0,38281	0,42628	0,25581	0,25581

Fonte: Autor

Na Tabela 3 estão os valores das tarifas em R\$/kWh, dos consumidores rurais.

Tabela 3 - Tarifas para consumidores rurais

B2 – RURAL								
	CONVENCIONAL		BRANCA					
	TUSD	TE	TUSD			TE		
			P	FP	I	P	FP	I
CEEE	0,20019	0,19126	0,42190	0,14902	0,29077	0,29838	0,17786	0,16724
RGE	0,22059	0,20521	0,44570	0,15306	0,29938	0,32397	0,19441	0,19441

Fonte: Autor

Os valores das tarifas de energia elétrica dos consumidores comerciais são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Tarifas para consumidores comerciais

B3 – COMERCIAL								
	CONVENCIONAL		BRANCA					
	TUSD	TE	TUSD			TE		
			P	FP	I	P	FP	I
CEEE	0,25117	0,26390	0,62029	0,2018	0,41567	0,41372	0,24556	0,23874
RGE	0,29026	0,27001	0,66049	0,21621	0,43835	0,42628	0,25581	0,25581

Fonte: Autor

Em ambas modalidades tarifárias, as componentes TUSD e TE são somadas para obter o valor final da tarifa. Desta forma, utilizou-se a Equação (1).

$$Tarifa \left(\frac{R\$}{kWh} \right) = TUSD + TE \quad (1)$$

Onde: TUSD é Tarifa pelo uso do sistema de distribuição e TE é tarifa de energia.

Obtendo-se o valor final das tarifas, é apresentado a Tabela 5 com os valores para cada modalidade tarifária e subgrupo de energia.

Tabela 5 - Tarifa final dos consumidores do Grupo B

B1 – RESIDENCIAL				
	CONVENCIONAL	BRANCA		
		P	FP	I
CEEE	0,51507	0,97911	0,43638	0,62147
RGE	0,56027	0,99421	0,45351	0,63862
B2 – RURAL				
	CONVENCIONAL	BRANCA		
		P	FP	I
CEEE	0,39145	0,72028	0,32688	0,45801
RGE	0,4258	0,76967	0,34747	0,49379
B3 – COMERCIAL				
	CONVENCIONAL	BRANCA		
		P	FP	I
CEEE	0,51507	1,03401	0,44736	0,65441
RGE	0,56027	1,08677	0,47202	0,69416

Fonte: Autor

Após definir-se os valores das tarifas, uma nova etapa é iniciada, onde o consumidor deverá selecionar os aparelhos e eletrodomésticos que possui em sua casa ou estabelecimento comercial.

3.2 Etapa 2: Seleção de equipamentos

Nesta etapa, será fornecida uma lista de equipamentos para que o usuário selecione os equipamentos eletroeletrônicos e eletrodomésticos que possui em sua residência ou comércio. Caso o usuário possuir algum equipamento que não contenha na lista, poderá ser incluído ao catálogo. A lista dos equipamentos pode ser visualizada na Tabela 6.

Tabela 6 - Lista de aparelhos elétricos

LISTA DE APARELHOS ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS	
Adega	Fogão Elétrico
Aparelho de Som	Forno Elétrico
Aquecedor	Freezer
Aspirador de Pó	Fritadeira Elétrica
Banheira	Geladeira
Boiler	Lâmpada Incandescente
Bomba de Piscina	Lâmpada LED
Cafeteira	Lavadora de Roupas
Carregador de Celular	Liquidificador
Chapinha de Cabelo	Micro-Ondas
Churrasqueira Elétrica	Secador de Cabelo
Chuveiro Elétrico	Televisor
Climatizador de Ar	Torneira Elétrica
Computador	Torradeira
Exaustor de Fogão	Ventilador
Ferro Elétrico	Vídeo Game

Fonte: Autor

Deverá ser informado junto ao aparelho que o consumidor possuir: A quantidade do mesmo, a potência em Watts e o tempo de uso do aparelho nos períodos de fora ponta, intermediário e ponta. Na ferramenta desenvolvida, a lista de aparelhos elétricos e eletrodomésticos está separada em 5 telas diferentes. A Figura 14 demonstra as duas primeiras telas da lista de aparelhos.

Figura 14 - Tela Lista de Aparelhos Elétricos

Lista de Aparelhos Elétricos

Obs: Se caso utilizar um aparelho por menos de 1 hora por posto tarifário, siga como exemplo: 15 minutos de uso, inserir na caixa de texto 15/60.

Tempo de Uso nos Postos Tarifários

Aparelho	Qnt	Pot.	FP	I	P
Adega	0	100	0	0	0
Aparelho de Som	0	200	0	0	0
Aquecedor	0	1000	0	0	0
Aspirador de Pó	0	600	0	0	0
Banheira	0	6600	0	0	0
Boiler	0	2000	0	0	0

PRÓXIMO

Lista de Aparelhos Elétricos

Aparelho	Qnt	Pot.	FP	I	P
Bomba de Piscina	0	250	0	0	0
Cafeteira	0	600	0	0	0
Carregador de Celular	0	20	0	0	0
Chapinha de Cabelo	0	500	0	0	0
Churrasqueira Elétrica	0	3000	0	0	0
Chuveiro Elétrico	0	5500	0	0	0
Climatizador de Ar 1	0	1400	0	0	0

PRÓXIMO

Fonte: Autor

Inseridos todos os parâmetros, o aplicativo realizará o cálculo do consumo mensal de energia e das tarifas convencional e branca de acordo com o grupo tarifário e a concessionária de energia elétrica definidas anteriormente.

3.3 Etapa 3: Resultados

Por fim, é apresentado ao usuário o seu consumo de energia, juntamente com a fatura mensal, considerando as tarifas convencional e branca. O aplicativo indica ainda qual a melhor modalidade tarifária, em termos econômico, para o consumidor. Os resultados das tarifas de energia podem ser observados na “Tela Resultados” como mostra a Figura 15.

Figura 15 - Tela Resultados

Fatura Mensal de Energia Elétrica	
Consumo Total (Kwh/mês):	0.00
Tarifa Convencional:	R\$ 0.00
Tarifa Branca:	R\$ 0.00
MODALIDADE TARIFÁRIA MAIS ADEQUADA:	
Tarifa Convencional	
PRÓXIMO	

Fonte: Autor

Ao clicar no botão “próximo” uma nova tela é aberta, de acordo com a modalidade tarifária mais adequada.

Figura 16 - Tela melhor modalidade tarifária

Dicas de redução de consumo de energia elétrica
De acordo com o seu hábito de consumo de energia elétrica, mantenha-se com a modalidade tarifária convencional. Para reduzir o seu valor da fatura mensal, siga as seguintes dicas:
Troque as lâmpadas incandescentes ou fluorescentes por lâmpadas LEDs e não deixe a luz acesa em cômodos desnecessariamente.
Evite banhos demorados e quando não estiver fazendo frio, deixe a chave na posição “Verão” e economize até 30% de energia.
Ao lado do chuveiro, a geladeira é o eletrodoméstico que mais consome energia. Não deixe a porta aberta sem necessidade ou por tempo prolongado.
Desligue o aparelho de ar condicionado quando o ambiente estiver desocupado.
Opte por eletrodomésticos e eletrônicos com o selo do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel).
VOLTAR

(a)

Adesão a Tarifa Branca
De acordo com o seu hábito de consumo de energia elétrica, a tarifa branca traz redução na sua fatura mensal.
A solicitação para adesão a tarifa branca deve ser feita a concessionária de energia. Após análise do pedido, a concessionária tem até 30 dias para realizar a troca do medidor de energia.
O custo de aquisição e instalação do novo medidor é responsabilidade da concessionária.
Lembre-se que o valor das tarifas na modalidade branca é maior nos períodos de ponta (18h até 21h) e intermediário (17h e 22h). Tomar banho nesses horários não é recomendado.
Troque as lâmpadas incandescentes ou fluorescentes por lâmpadas LEDs e não deixe a luz acesa em cômodos desnecessariamente.
Opte por eletrodomésticos e eletrônicos com o selo do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel).
VOLTAR

(b)

Fonte: Autor

Caso a melhor modalidade tarifária para o consumidor seja a tarifa convencional, o aplicativo traz dicas de redução de consumo de energia, Figura 16 (a). Se a melhor modalidade tarifária para o consumidor for a tarifa branca, o aplicativo mostra como solicitar a nova tarifa e também traz dicas de redução de consumo de energia, Figura 16 (b).

Realizado o layout das telas do aplicativo partiu-se para a programação da ferramenta no MIT App Inventor.

3.4 Programação no MIT App Inventor

Como visto no capítulo anterior, o MIT App Inventor é uma ferramenta de fácil utilização para que, alguém com um conhecimento básico em programação, possa criar um aplicativo. Através de um simples “arrasto”, o usuário pode utilizar no seu app: botões, labels, caixas de seleção, listas, entre outros. A programação no MIT é feita em blocos, sendo os componentes inseridos no layout do aplicativo encaixados com condições criadas pelo programador.

Concluído o design do aplicativo, onde foi inserido todos os componentes necessários, partiu-se para a programação do simulador de tarifas. Primeiramente, foi realizado os equacionamentos fundamentais para a programação.

3.4.1 Equacionamentos para a programação

Inicialmente foi realizado o cálculo da potência de cada aparelho em determinado período de tempo, conforme Equação (2).

$$Pt = P * Tm \quad (2)$$

Onde: P é a potência do aparelho em Watts e Tm é o tempo médio de uso do aparelho.

Após o usuário inserir a quantidade, potência e o tempo de uso nos postos tarifários de cada aparelho, o aplicativo realiza a soma das potências de todos equipamentos. Dessa forma, é possível saber o consumo total diário de energia do usuário.

Através do cálculo de consumo total diário, é possível calcular o consumo total de energia no mês do consumidor. Para isso, utilizou-se a Equação (3).

$$Cmês = Cdia * 30 \quad (3)$$

Onde: $Cmês$ é o consumo mensal em kWh/mês e $Cdia$ o consumo diário em kWh/dia.

Para realizar o cálculo da fatura de energia considerando o uso da tarifa branca, deve-se ressaltar novamente que essa tarifa possui três valores distintos ao longo do dia. Desta forma, é necessário calcular o consumo de energia do aparelho em determinado posto tarifário e multiplicar pelo tempo de uso no mesmo período, de acordo com a Equação (4).

$$Gb(dia) = (Cfp * Tfp) + (Ci * Ti) + (Cp * Tp) \quad (4)$$

Onde: $Gb(dia)$ é o cálculo da tarifa branca em um dia; Cfp é o consumo fora de ponta em kWh/dia; Tfp é o valor da tarifa fora de ponta em R\$/kWh; Ci é o consumo intermediário em kWh/dia; Ti é o valor da tarifa intermediária em R\$/kWh; Cp é o consumo na ponta em kWh/dia; Tp é o valor da tarifa na ponta em R\$/kWh.

Nos finais de semana e feriados, a tarifa branca possui valor único ao longo do dia, sendo este valor o período fora de ponta. Para o cálculo da fatura mensal considerou que, 22 dias são úteis e 8 dias são não úteis. A Equação (5) mostra o cálculo da fatura levando em conta a tarifa branca.

$$Gb(mês) = (Gb(dia) * 22) + (Ct * Tfp) * 8 \quad (5)$$

Onde: $Gb(mês)$ é o cálculo da tarifa branca em um mês; Ct é o consumo diário nos fins de semana e feriados em kWh/dia.

Enquanto a tarifa branca possui valores distintos de acordo com o horário do dia, a tarifa convencional dispõe de um único valor ao longo de todo o dia. Através da Equação (6), é calculado o valor da fatura mensal de energia, considerando o uso da modalidade tarifária convencional:

$$Gc(mês) = (C * Tc) * 30 \quad (6)$$

Onde: $Gc(mês)$ é o cálculo da tarifa convencional; C é o consumo total diário em kWh/dia; e Tc é o valor da tarifa convencional em R\$/kWh.

Realizado todos os equacionamentos necessários, criou-se a programação em bloco do aplicativo.

3.4.2 Blocos de programação do aplicativo

A programação no MIT é feita como um quebra-cabeça, onde os componentes inseridos no layout do app são encaixados com outros blocos que impõe condições, criadas pelo programador. Primeiramente, foi realizado a programação da ordem das telas do app, como pode ser visto na Figura 17.

Figura 17 - Bloco de telas



Fonte: Autor

Basicamente nessa etapa, quando é clicado no botão “Avançar”, a tela em que o usuário está é desligada e uma nova tela é iniciada. Essa programação foi realizada para todas as telas do aplicativo. Para as telas em que o consumidor deve selecionar o subgrupo de consumo e a concessionária que lhe fornece energia, foi programado algumas condições para que não houvesse duas ou mais caixas de seleção selecionadas. Assim, caso duas ou mais caixas estiverem selecionadas, o aplicativo informa um aviso de erro ao usuário.

O próximo passo da programação foi criar uma lógica de controle de acordo com os parâmetros que o consumidor selecionou (subgrupo e a concessionária que fornece energia elétrica). Após clicar no botão “Avançar” da última tela da lista de aparelhos, o programa identifica qual foi o subgrupo e concessionária selecionada e define o valor das tarifas de energia. Por exemplo: Se o consumidor escolheu as opções “Residencial” e “CEEE”, o aplicativo determina o valor das tarifas convencional e branca nos períodos de ponta, intermediário e fora ponta. Em seguida é chamado os procedimentos de cálculo do consumo de energia e das faturas de energia nas tarifas convencional e branca, Figura 18. Se outra opção de

subgrupo ou concessionária for selecionada, o aplicativo vai realizar o procedimento dos cálculos com outros valores de tarifa.

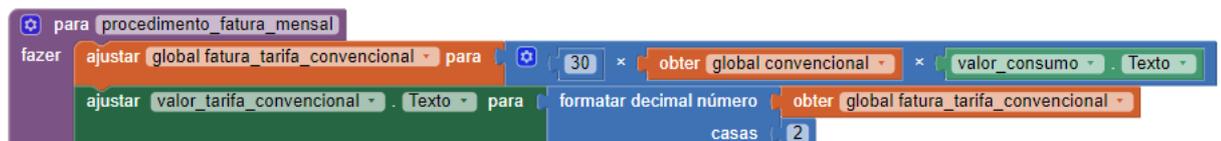
Figura 18 - Blocos de controle



Fonte: Autor

Em seguida, foi executado o procedimento do cálculo do consumo de energia de cada aparelho, de acordo com a Equação (2), e somado todos os aparelhos que compõem a lista. Após, foi realizado o cálculo do procedimento da tarifa branca de cada aparelho, de acordo com a Equação (4), e somado todos os aparelhos da lista. Com os dois procedimentos calculados, foi programado o procedimento do cálculo da fatura mensal de energia do consumidor. A Figura 19 mostra o cálculo da fatura considerando a tarifa convencional.

Figura 19 - Bloco de cálculo da tarifa convencional



Fonte: Autor

No mesmo bloco de programação foi realizado o cálculo da fatura mensal tendo em conta a tarifa branca. Para isso, obteve-se o valor final do procedimento tarifa branca e multiplicou-se por 22. Já o valor final do procedimento consumo foi multiplicado por 8 e pelo valor da tarifa fora de ponta. Por fim, as duas componentes foram somadas para obter-se o valor da fatura considerando a tarifa branca.

Finalizando a programação, foram inseridas condições de comparações que mostra qual a modalidade tarifária mais adequada para o consumidor, como pode ser visto na Figura 20.

Figura 20 - Bloco que define a melhor tarifa



Fonte: Autor

Se caso a tarifa convencional possuir um valor maior que a tarifa branca, o aplicativo informa que a melhor modalidade tarifária para o consumidor é a tarifa branca. Em seguida, é aberta uma nova tela que mostra ao consumidor como solicitar a tarifa branca. Caso a tarifa convencional seja mais adequada, uma tela com dicas de hábitos de consumo e efficientização de energia é apresentado.

3.5 Considerações do capítulo

Neste capítulo foi apresentado a estrutura do aplicativo e a programação realizada no MIT App Inventor. Durante o processo, o usuário informa ao programa dados como: Tipo de consumidor enquadrado no Grupo B, podendo ser residencial, comercial ou rural e qual a concessionária que lhe fornece energia. Após inserir os dados iniciais, o programa abre uma lista de equipamento, onde o usuário seleciona quais equipamentos eletroeletrônicos e eletrodomésticos possui em sua residência ou ambiente comercial. Realizado tal operação, o aplicativo comunica o consumo de energia e os valores da fatura mensal de energia, considerando as tarifas convencional e branca. Se a tarifa convencional se mostrar vantajosa, o programa indica mudança de hábitos de consumo para que a tarifa branca se torne mais barata que a convencional. Por fim, foi mostrado a programação realizada no MIT App Inventor. Com o aplicativo pronto, é possível realizar estudos de casos com diferentes consumidores para analisar se a adesão a tarifa branca é conveniente, de acordo com os seus hábitos de consumo.

4. ESTUDO DE CASO

Desde janeiro de 2020, a tarifa branca se tornou uma opção de modalidade tarifária para todos os consumidores enquadrados no Grupo B. Para que se tenha conhecimento de que a nova tarifa possa ser vantajosa ao consumidor, foi realizado quatro estudos de caso no aplicativo desenvolvido.

O Estudo de caso 1 simula o consumo de energia de uma residência de médio porte, onde a moradora trabalha como professora no turno da noite. Para o primeiro estudo de caso, foi simulado o consumo de energia com hábitos de verão e com hábitos de inverno.

O Estudo de caso 2 simula o consumo de uma residência, onde habitam dois moradores que trabalham no período diurno. Desta forma, o consumo de energia é mais frequente nos períodos de ponta e intermediário, onde a tarifa de energia é mais cara na modalidade tarifa branca.

No Estudo de caso 3, é simulado o consumo de energia de uma residência localizada no setor rural, onde os 3 residentes trabalham e estudam no período do dia.

Por fim, o Estudo de caso 4 simula a fatura de energia de uma loja que tem suas atividades no período comercial.

Optou-se por simular estudos de casos distintos para analisar hábitos de consumo e valores tarifários diferentes. Nos Estudos de casos, foi simulado o consumo de energia e os valores da fatura de energia considerando as tarifas convencional e branca. Em todos os casos, as concessionárias têm seu horário de pico definido entre às 18h e 21h.

4.1 Estudo de Caso 1

Para o primeiro Estudo de caso, definiu-se uma residência no qual habita apenas uma pessoa. A moradora trabalha como professora no período noturno, tendo uma maior concentração de consumo de energia no período do dia. Para o Estudo de Caso 1, foi simulado dois hábitos de consumo diferentes. O primeiro com hábitos de consumo de verão, onde a moradora está em período de férias escolares e seu filho também frequenta a residência. A segunda simulação é com hábitos de consumo de inverno, em que a moradora está em período letivo. Em ambas as simulações, a concessionária escolhida foi a RGE. A Figura 21 mostra os hábitos de consumo de verão da residente.

Figura 21 - Aparelhos do estudo de caso 1 (verão)

Lista de Aparelhos Elétricos						
Obs: Se caso utilizar um aparelho por menos de 1 hora por posto tarifário, siga como exemplo: 15 minutos de uso, inserir na caixa de texto 15/60.						
Tempo de Uso nos Postos Tarifários						
Aparelho	Qnt	Pot.	FP	I	P	
Adega	0	100	0	0	0	
Aparelho de Som	1	200	1	0	0	
Aquecedor	0	1000	0	0	0	
Aspirador de Pó	1	1200	10/60	0	0	
Banheira	0	6600	0	0	0	
Boiler	0	2000	0	0	0	

PRÓXIMO

Lista de Aparelhos Elétricos						
Aparelho	Qnt	Pot.	FP	I	P	
Bomba de Piscina	1	250	30/60	0	0	
Cafeteira	1	800	15/60	0	0	
Carregador de Celular	2	20	0	0	1	
Chapinha de Cabelo	0	500	0	0	0	
Churrasqueira Elétrica	0	3000	0	0	0	
Chuveiro Elétrico	1	5500	15/60	0	0	
Climatizador de Ar 1	1	1400	2	0	0	

PRÓXIMO

Lista de Aparelhos Elétricos						
Aparelho	Qnt	Pot.	FP	I	P	
Climatizador de Ar 2	1	950	0	1	1	
Computador	1	200	30/60	0	30/60	
Exaustor de Fogão	1	60	15/60	0	0	
Ferro Elétrico	1	1000	10/60	0	0	
Fogão Elétrico 4	1	6000	1/60	0	0	
Forno Elétrico	1	1500	0	0	15/60	
Freezer horizontal	0	500	0	0	0	

PRÓXIMO

Lista de Aparelhos Elétricos						
Aparelho	Qnt	Pot.	FP	I	P	
Fritadeira Elétrica	0	1250	0	0	0	
Geladeira duplex	1	500	19	2	3	
Lâmpada Incandescente	0	60	0	0	0	
Lâmpada LED	8	15	2	2	3	
Lavadora de Roupas	1	1000	15/60	0	0	
Liquidificador	0	200	0	0	0	
Micro-Ondas	1	1400	5/60	0	0	

PRÓXIMO

Lista de Aparelhos Elétricos						
Aparelho	Qnt	Pot.	FP	I	P	
Secadora de Cabelo	0	700	0	0	0	
Televisor 1	1	175	3	1	1	
Televisor 2	1	175	0	1	2	
Torneira Elétrica	0	2500	0	0	0	
Torradeira Elétrica	0	800	0	0	0	
Ventilador	1	150	3	0	0	
Outro Aparelho	0	0	0	0	0	

PRÓXIMO

Fatura Mensal de Energia Elétrica	
Consumo Total (Kwh/mês):	682.60
Tarifa Convencional:	R\$ 382.44
Tarifa Branca:	R\$ 365.71
MODALIDADE TARIFÁRIA MAIS ADEQUADA:	
Tarifa Branca	

PRÓXIMO

Fonte: Autor

O consumo de energia da residência é elevado principalmente pelo tempo de uso dos aparelhos de ar condicionado durante o dia. Porém, o consumo é maior no período fora de ponta, o que traz uma redução na fatura mensal de energia para a consumidora com a adesão a tarifa branca.

No estudo de caso com hábitos de consumo de inverno, a moradora está trabalhando no período em que a tarifa de energia é mais cara. A Figura 22 mostra a simulação do segundo estudo de caso.

Figura 22 - Aparelhos do estudo de caso 1 (inverno)

Lista de Aparelhos Elétricos						
Obs: Se caso utilizar um aparelho por menos de 1 hora por posto tarifário, siga como exemplo: 15 minutos de uso, inserir na caixa de texto 15/60.						
Tempo de Uso nos Postos Tarifários						
Aparelho	Qnt	Pot.	FP	I	P	
Adega	0	100	0	0	0	
Aparelho de Som	0	200	0	0	0	
Aquecedor	0	1000	0	0	0	
Aspirador de Pó	1	1200	10/60	0	0	
Banheira	0	6600	0	0	0	
Boiler	0	2000	0	0	0	
PRÓXIMO						

Lista de Aparelhos Elétricos						
Aparelho	Qnt	Pot.	FP	I	P	
Bomba de Piscina	0	250	0	0	0	
Cafeteira	1	800	15/60	0	0	
Carregador de Celular	1	20	1	0	0	
Chapinha de Cabelo	0	500	0	0	0	
Churrasqueira Elétrica	0	3000	0	0	0	
Chuveiro Elétrico	1	5500	10/60	0	0	
Climatizador de Ar 1	0	1400	0	0	0	
PRÓXIMO						

Lista de Aparelhos Elétricos						
Aparelho	Qnt	Pot.	FP	I	P	
Climatizador de Ar 2	0	1400	0	0	0	
Computador	1	200	1	0	0	
Exaustor de Fogão	1	60	10/60	0	0	
Ferro Elétrico	0	1000	0	0	0	
Fogão Elétrico 4	1	6000	1/60	0	0	
Forno Elétrico	1	1500	10/60	0	0	
Freezer horizontal	0	500	0	0	0	
PRÓXIMO						

Lista de Aparelhos Elétricos						
Aparelho	Qnt	Pot.	FP	I	P	
Fritadeira Elétrica	0	1250	0	0	0	
Geladeira duplex	1	500	19	2	3	
Lâmpada Incandescente	0	60	0	0	0	
Lâmpada LED	8	15	3	2	3	
Lavadora de Roupas	1	1000	10/60	0	0	
Liquidificador	0	200	0	0	0	
Micro-Ondas	1	1400	5/60	0	0	
PRÓXIMO						

Lista de Aparelhos Elétricos						
Aparelho	Qnt	Pot.	FP	I	P	
Secadora de Cabelo	0	700	0	0	0	
Televisor 1	1	175	4	1	0	
Televisor 2	0	100	0	0	0	
Torneira Elétrica	0	2500	0	0	0	
Torradeira Elétrica	0	800	0	0	0	
Ventilador	0	100	0	0	0	
Outro Aparelho	0	0	0	0	0	
PRÓXIMO						

Fatura Mensal de Energia Elétrica	
Consumo Total (Kwh/mês):	480.45
Tarifa Convencional:	R\$ 269.18
Tarifa Branca:	R\$ 245.78
MODALIDADE TARIFÁRIA MAIS ADEQUADA:	
Tarifa Branca	
PRÓXIMO	

Fonte: Autor

Como em período letivo a moradora não está todo o tempo em casa, há uma redução no consumo de energia diário. A redução também é justificada pelo fato que os aparelhos de ar condicionado não são utilizados no inverno. Como pode ser observado na Figura 23, o consumo de energia no período intermediário e de ponta é destinado principalmente para a geladeira e iluminação do ambiente. Dessa forma, a tarifa branca traz uma redução significativa na fatura mensal de energia elétrica para a consumidora.

Considerando que a moradora tem 3 meses de hábitos de consumo de verão e os outros meses sendo hábitos de consumo de inverno, é mostrado através da Tabela 7, o valor gasto com energia elétrica durante o ano.

Tabela 7 - Fatura anual de energia do estudo de caso 1

Estudo de Caso 1 – Verão	
Fatura tarifa convencional	Fatura tarifa branca
Mensal: R\$ 382,44	Mensal: R\$ 365,71
Em 3 meses: R\$ 1147,32	Em 3 meses: R\$ 1097,13
Estudo de Caso 1 – Inverno	
Fatura tarifa convencional	Fatura tarifa branca
Mensal: R\$ 269,18	Mensal: R\$ 245,78
Em 9 meses: R\$ 2422,62	Em 9 meses: R\$ 2212,02
Fatura de Energia Anual	
Tarifa Convencional: R\$ 3569,94	Tarifa Branca: R\$ 3309,15

Fonte: Autor

Em ambas simulações a tarifa branca traz vantagens para a consumidora. Se os hábitos de consumo de energia forem mantidos ao longo dos meses e a migração para a tarifa branca seja realizada, a moradora terá uma economia de R\$ 260,79 na fatura de energia elétrica em um ano.

4.2 Estudo de Caso 2

No segundo Estudo de caso foi simulado o consumo de energia de uma residência onde moram duas pessoas. Ambos residentes trabalham no período do dia e possuem hábitos de consumo de inverno no período noturno. Novamente, a concessionária escolhida foi a RGE. A Figura 23 mostra os equipamentos definidos pelo consumidor:

Figura 23 - Aparelhos do estudo de caso 2

Lista de Aparelhos Elétricos

Obs: Se caso utilizar um aparelho por menos de 1 hora por posto tarifário, siga como exemplo: 15 minutos de uso, inserir na caixa de texto 15/60.

Aparelho	Qnt	Pot.	FP	Tempo de Uso nos Postos Tarifários	
				I	P
Adega	0	100	0	0	0
Aparelho de Som	0	200	0	0	0
Aquecedor	0	1000	0	0	0
Aspirador de Pó	1	1000	0	0	10/60
Banheira	0	6600	0	0	0
Boiler	0	2000	0	0	0

PRÓXIMO

Lista de Aparelhos Elétricos

Aparelho	Qnt	Pot.	FP	I	P
Bomba de Piscina	0	250	0	0	0
Cafeteira	0	600	0	0	0
Carregador de Celular	2	20	0	0	1
Chapinha de Cabelo	0	500	0	0	0
Churrasqueira Elétrica	0	3000	0	0	0
Chuveiro Elétrico	1	5000	0	0	15/60
Climatizador de Ar 1	0	1400	0	0	0

PRÓXIMO

Lista de Aparelhos Elétricos

Aparelho	Qnt	Pot.	FP	I	P
Climatizador de Ar 2	0	1400	0	0	0
Computador	1	350	0	0	1
Exaustor de Fogão	0	150	0	0	0
Ferro Elétrico	0	1000	0	0	0
Fogão Elétrico 4	1	6000	0	0	1/60
Forno Elétrico	1	5000	0	0	15/60
Freezer horizontal	0	500	0	0	0

PRÓXIMO

Lista de Aparelhos Elétricos

Aparelho	Qnt	Pot.	FP	I	P
Fritadeira Elétrica	0	1250	0	0	0
Geladeira duplex	1	500	19	2	3
Lâmpada Incandescente	0	60	0	0	0
Lâmpada LED	8	15	3	2	3
Lavadora de Roupas	1	1000	15/60	0	0
Liquidificador	0	200	0	0	0
Micro-Ondas	1	2000	5/60	0	0

PRÓXIMO

Lista de Aparelhos Elétricos

Aparelho	Qnt	Pot.	FP	I	P
Secadora de Cabelo	0	700	0	0	0
Televisor 1	1	200	1	2	2
Televisor 2	0	100	0	0	0
Torneira Elétrica	0	2500	0	0	0
Torradeira Elétrica	0	800	0	0	0
Ventilador	0	100	0	0	0
Outro Aparelho	0	0	0	0	0

PRÓXIMO

Fatura Mensal de Energia Elétrica

Consumo Total (Kwh/mês): 526.00

Tarifa Convencional: R\$ 294.70

Tarifa Branca: R\$ 309.66

MODALIDADE TARIFÁRIA MAIS ADEQUADA:

Tarifa Convencional

PRÓXIMO

Fonte: Autor

Como o consumo de energia dos residentes é maior nos períodos em que a tarifa é mais elevada, não é vantajoso a adesão a tarifa branca. Os moradores podem reduzir a sua fatura mensal de energia diminuindo o tempo de uso de aparelhos como o chuveiro e forno elétrico. A Tabela 8 mostra o gasto com energia elétrica anual dos moradores, considerando a tarifa convencional e branca.

Tabela 8 - Fatura anual de energia do estudo de caso 2

Estudo de Caso 2	
Tarifa Convencional	Tarifa Branca
Mensal: R\$ 294,70	Mensal: R\$ 309,66
Anual: R\$ 3536,40	Anual: R\$ 3715,92

Fonte: Autor

Como os moradores possuem um consumo de energia maior nos horários de ponta e intermediário, é recomendado que se mantenha com a tarifa convencional. Caso os consumidores migrassem à tarifa branca sem antes realizar a simulação do seu consumo, haveria um gasto maior em energia no ano de R\$ 179,52, caso os hábitos de consumo fossem mantidos.

4.3 Estudo de Caso 3

A Figura 24 apresenta os hábitos de consumo de uma residência localizada no setor rural, onde habitam três pessoas. Ambos residentes trabalham e estudam no período do dia, sendo o consumo de energia maior no período da noite. As tarifas de energia para consumidores rurais são menores comparado com consumidores residenciais e comerciais. Para o Estudo de Caso 3, a concessionária de energia escolhida foi a CEEE.

Figura 24 - Aparelhos do estudo de caso 3

Lista de Aparelhos Elétricos						
Obs: Se caso utilizar um aparelho por menos de 1 hora por posto tarifário, siga como exemplo: 15 minutos de uso, inserir na caixa de texto 15/60.						
Tempo de Uso nos Postos Tarifários						
Aparelho	Qnt	Pot.	FP	I	P	
Adega	0	100	0	0	0	
Aparelho de Som	0	200	0	0	0	
Aquecedor	0	1000	0	0	0	
Aspirador de Pó	1	600	0	0	10/60	
Banheira	0	6600	0	0	0	
Boiler	0	2000	0	0	0	
PRÓXIMO						

Lista de Aparelhos Elétricos						
Aparelho	Qnt	Pot.	FP	I	P	
Bomba de Piscina	0	250	0	0	0	
Cafeteira	1	600	15/60	0	0	
Carregador de Celular	2	20	0	0	1	
Chapinha de Cabelo	0	500	0	0	0	
Churrasqueira Elétrica	0	3000	0	0	0	
Chuveiro Elétrico	1	5500	0	0	30/60	
Climatizador de Ar 1	0	1400	0	0	0	
PRÓXIMO						

Lista de Aparelhos Elétricos						
Aparelho	Qnt	Pot.	FP	I	P	
Climatizador de Ar 2	0	1400	0	0	0	
Computador	1	300	0	0	1	
Exaustor de Fogão	1	150	15/60	0	0	
Ferro Elétrico	1	1000	5/60	0	0	
Fogão Elétrico 4	1	6000	1/60	0	0	
Forno Elétrico	1	1500	0	0	10/60	
Freezer horizontal	0	500	0	0	0	
PRÓXIMO						

Lista de Aparelhos Elétricos					
Aparelho	Qnt	Pot.	FP	I	P
Fritadeira Elétrica	0	1250	0	0	0
Geladeira duplex	1	500	19	2	3
Lâmpada Incandescente	0	60	0	0	0
Lâmpada LED	8	15	3	2	3
Lavadora de Roupas	1	1000	0	0	15/60
Liquidificador	0	200	0	0	0
Micro-Ondas	1	2000	5/60	0	5/60
PRÓXIMO					

Lista de Aparelhos Elétricos					
Aparelho	Qnt	Pot.	FP	I	P
Secadora de Cabelo	0	700	0	0	0
Televisor 1	1	150	3	2	3
Televisor 2	0	100	0	0	0
Torneira Elétrica	0	2500	0	0	0
Torradeira Elétrica	0	800	0	0	0
Ventilador	0	100	0	0	0
Outro Aparelho	0	0	0	0	0
PRÓXIMO					

Fatura Mensal de Energia Elétrica	
Consumo Total (Kwh/mês):	556.63
Tarifa Convencional:	R\$ 217.89
Tarifa Branca:	R\$ 239.76
MODALIDADE TARIFÁRIA MAIS ADEQUADA:	
Tarifa Convencional	
PRÓXIMO	

Fonte: Autor

Devido a maior utilização de energia elétrica no período noturno, a tarifa convencional é mais adequada para os consumidores. A diminuição da fatura mensal de energia é possível com práticas de redução de consumo e troca de aparelhos com maior eficientização. A Tabela 9 mostra o gasto anual com o consumo de energia elétrica.

Tabela 9 - Fatura anual de energia do estudo de caso 3

ESTUDO DE CASO 3	
Tarifa Convencional	Tarifa Branca
Mensal: R\$ 217,89	Mensal: R\$ 239,76
Anual: R\$ 2614,68	Anual: R\$ 2877,12

Fonte: Autor

Aos consumidores do estudo de caso 3, é recomendado permanecer com a tarifa convencional. Com a mudança para a tarifa branca, sem antes simular o seu hábito de consumo, os moradores teriam um gasto extra de R\$ 262,44 com energia elétrica em um ano.

4.4 Estudo de Caso 4

Para o Estudo de caso 4, definiu-se os equipamentos conforme a Figura 25. A loja analisada tem seu funcionamento no período comercial, entre às 9h e 18h. Fora do horário

comercial, a demanda de energia é praticamente destinada toda para a iluminação e a refrigeração da geladeira.

Figura 25 - Aparelhos do estudo de caso 4

Lista de Aparelhos Elétricos						
Obs: Se caso utilizar um aparelho por menos de 1 hora por posto tarifário, siga como exemplo: 15 minutos de uso, inserir na caixa de texto 15/60.						
Tempo de Uso nos Postos Tarifários						
Aparelho	Qnt	Pot.	FP	I	P	
Adega	0	100	0	0	0	
Aparelho de Som	1	150	8	0	0	
Aquecedor	0	1000	0	0	0	
Aspirador de Pó	1	600	15/60	0	0	
Banheira	0	6600	0	0	0	
Boiler	0	2000	0	0	0	
PRÓXIMO						

Lista de Aparelhos Elétricos						
Aparelho	Qnt	Pot.	FP	I	P	
Bomba de Piscina	0	250	0	0	0	
Cafeteira	1	800	1	0	0	
Carregador de Celular	0	20	0	0	0	
Chapinha de Cabelo	0	500	0	0	0	
Churrasqueira Elétrica	0	3000	0	0	0	
Chuveiro Elétrico	0	5500	0	0	0	
Climatizador de Ar 1	1	1600	8	0	0	
PRÓXIMO						

Lista de Aparelhos Elétricos						
Aparelho	Qnt	Pot.	FP	I	P	
Climatizador de Ar 2	0	1400	0	0	0	
Computador	1	300	8	0	0	
Exaustor de Fogão	0	150	0	0	0	
Ferro Elétrico	0	1000	0	0	0	
Fogão Elétrico 4	0	3000	0	0	0	
Forno Elétrico	0	4500	0	0	0	
Freezer horizontal	0	500	0	0	0	
PRÓXIMO						

Lista de Aparelhos Elétricos						
Aparelho	Qnt	Pot.	FP	I	P	
Fritadeira Elétrica	0	1250	0	0	0	
Geladeira duplex	1	250	19	2	3	
Lâmpada Incandescente	0	60	0	0	0	
Lâmpada LED	12	12	8	2	3	
Lavadora de Roupas	0	1000	0	0	0	
Liquidificador	0	200	0	0	0	
Micro-Ondas	1	2000	15/60	0	0	
PRÓXIMO						

Lista de Aparelhos Elétricos						
Aparelho	Qnt	Pot.	FP	I	P	
Secadora de Cabelo	0	700	0	0	0	
Televisor 1	1	100	8	0	0	
Televisor 2	0	100	0	0	0	
Torneira Elétrica	0	2500	0	0	0	
Torradeira Elétrica	0	800	0	0	0	
Ventilador	0	100	0	0	0	
Outro Aparelho	0	0	0	0	0	
PRÓXIMO						

Fatura Mensal de Energia Elétrica	
Consumo Total (Kwh/mês):	795.66
Tarifa Convencional:	R\$ 445.78
Tarifa Branca:	R\$ 395.40
MODALIDADE TARIFÁRIA MAIS ADEQUADA:	
Tarifa Branca	
PRÓXIMO	

Fonte: Autor

Como a loja analisada tem seu funcionamento em horário comercial, o consumo de energia é destinado principalmente no período fora de ponta. Desta forma, notou-se uma redução significativa no valor da fatura mensal caso o consumidor aderir a tarifa branca. Na Tabela 10, é mostrado o gasto anual da loja com energia elétrica.

Tabela 10 - Fatura anual de energia do estudo de caso 4

ESTUDO DE CASO 4	
Tarifa Convencional	Tarifa Branca
Mensal: R\$ 445,78	Mensal: R\$ 395,40
Anual: R\$ 5349,36	Anual: R\$ 4744,80

Fonte: Autor

Com a adesão do consumidor comercial à tarifa branca, foi registrado uma possível redução de R\$ 50,38 na fatura mensal de energia, o que significa em um ano a economia de R\$ 604,56. Através do estudo de caso 4, foi comprovado que a tarifa branca traz uma redução de custo com energia para ambientes que trabalham em período comercial.

4.5 Considerações finais do capítulo

Esse capítulo apresentou os estudos de casos realizados pelo aplicativo desenvolvido. Foram realizadas quatro simulações na ferramenta com consumidores de diferentes subgrupos, hábitos de consumo e concessionárias de energia. Nos estudos de casos, ainda foi abordado qual será o custo mensal e anual do consumidor com energia, tendo em conta as tarifas convencional e branca. Desta forma, conclui-se que os consumidores que tiveram um consumo de energia maior no período fora de ponta, conseguirão uma redução na fatura mensal de energia com a adesão a tarifa branca. Em contrapartida, os consumidores que tiveram um consumo de energia maior no período de ponta, aumentarão o custo de energia com a migração para a nova tarifa.

5. CONCLUSÃO

Em janeiro de 2020, a tarifa branca passou a ser opcional para todas as unidades consumidoras enquadradas no grupo B, exceto iluminação pública e baixa renda. A principal finalidade da nova tarifa é diminuir o excesso de cargas no período de ponta, evitando maiores custos de expansão no sistema elétrico brasileiro.

Enquanto a adesão a tarifa branca pode parecer atrativa para alguns consumidores, para outros pode ser inapropriada, devido ao alto consumo de energia nos períodos de ponta. Por essa razão, é importante que o consumidor conheça o seu perfil de consumo de energia e realize simulações do seu consumo mensal.

É possível encontrar simuladores de fatura de energia na internet, mostrando se a adesão a nova tarifa é vantajosa ao consumidor. Porém, para o consumidor realizar a simulação deve estar conectado à rede Wi-fi. Também foi encontrado um aplicativo de simulação em que o usuário deve indicar o consumo nos três postos tarifários. A maior dificuldade é o consumidor saber qual é o seu consumo nos períodos de ponta, intermediário e fora de ponta.

Diferente dos simuladores encontrados, neste trabalho foi desenvolvida uma ferramenta onde o usuário indica os aparelhos que possui e seu tempo de uso nos três períodos distintos, obtendo a fatura mensal de energia, considerando as tarifas convencional e branca, mesmo sem o uso da internet. Devido ao grande crescimento dos dispositivos eletrônicos móveis e, conseqüentemente o uso de aplicativos, a ferramenta foi desenvolvida para que o consumidor seja capaz de fazer a simulação de forma simples e rápida, independentemente do lugar em que estiver. Desta forma, o usuário do aplicativo passa a conhecer o seu perfil de consumo e define se é vantajoso migrar para a nova tarifa, ou até mesmo, deslocar o uso das cargas para períodos onde a tarifa é mais barata. A ferramenta foi desenvolvida através do MIT App Inventor, sendo possível analisar diferentes perfis de consumo para consumidores do Grupo B (residencial, comercial e rural).

Através dos estudos de casos percebeu-se que a tarifa branca pode ou não trazer benefícios aos consumidores de baixa tensão. No primeiro estudo de caso, a moradora que trabalha no período noturno pode reduzir a sua fatura mensal de energia aderindo a tarifa branca, já que o seu consumo de energia é quase todo no período do dia.

Ao contrário da moradora do estudo de caso 1, os consumidores dos estudos de casos 2 e 3 terão um acréscimo na conta de energia ao aderirem a tarifa branca. Isso ocorre por que esses moradores utilizam aparelhos que consomem mais energia, como o chuveiro elétrico, nos

períodos intermediário e de ponta. Desta forma, continuar com a tarifa convencional se torna a melhor opção.

Já o consumidor do estudo de caso 4, como tem suas atividades comerciais quase toda no período fora de ponta, terá uma economia significativa na fatura mensal de energia com a adesão a tarifa branca. Assim, conclui-se que a tarifa branca é adequada para estabelecimentos que tem suas atividades no período comercial.

Após realizar a simulação no aplicativo desenvolvido, o consumidor define se é conveniente ou não a migração para a nova tarifa. Caso a resposta for sim, o consumidor pode solicitar a nova tarifa junto à sua concessionária, que terá até 30 dias para realizar a troca do medidor de energia. A aquisição e instalação do novo medidor é responsabilidade da distribuidora, havendo custos ao consumidor apenas se for necessário fazer alterações no padrão de entrada da unidade.

Conclui-se que o aplicativo desenvolvido é de grande utilidade para os consumidores que desejam conhecer o seu perfil de consumo de energia elétrica. Com a simulação na ferramenta desenvolvida, o usuário evita realizar a solicitação da nova tarifa sem saber se realmente trará uma redução na sua fatura mensal. Caso a tarifa branca seja conveniente, será vantajoso tanto ao consumidor, com a redução econômica na fatura de energia, quanto a concessionária que terá seu pico de demanda de energia reduzido. Isso tudo de forma simples e rápida, sem a necessidade de internet.

5.1 Trabalhos futuros

Como sugestão de trabalhos futuros, recomenda-se aperfeiçoar o aplicativo com a inserção de geração distribuída (GD) caso a tarifa branca seja benéfica ao consumidor. Introduzindo painéis fotovoltaicos e bancos de baterias na casa ou estabelecimento comercial do consumidor, poderá ser reduzido ainda mais a fatura mensal de energia.

O aplicativo pode também ser ajustado para o próprio consumidor inserir a tarifa de energia de acordo com a sua concessionária de energia. Desta forma, o programa não se restringe apenas as concessionárias RGE e CEEE e os valores das tarifas estarão sempre atualizados.

Outra sugestão, é o desenvolvimento do mesmo aplicativo em outro ambiente de desenvolvimento integrado, como o Android Studio, onde sua linguagem de programação pode ser feita em Java, Kotlin ou C++.

REFERÊNCIAS

Agência Brasil. Disponível em: < <http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2019-01/brasil-foi-50-pais-em-ranking-de-uso-diario-de-celulares-no-mundo> >. Acesso em: 12 outubro. 2019

Android Pro. Disponível em: <<https://www.androidpro.com.br/blog/desenvolvimento-android/app-inventor/>>. Acesso em: 17 maio. 2020

ANEEL, **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. 2. ed. – Brasília: ANEEL, 2019.

_____. **Nota Técnica nº 362/2010**. Estrutura Tarifária para o serviço de distribuição de energia elétrica - Sinal econômico para a baixa tensão. ANEEL, 2010d. Disponível em:<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2010/120/documento/nota_tecnica_n%C2%BA_362_2010_sre-srd-aneel.pdf>. Acesso em: 22 agosto. 2019

_____. **Nota Técnica nº 362/2010 -SRE-SRD/ANEEL** - Estrutura Tarifária para o serviço de distribuição de energia elétrica - Sinal econômico para a baixa tensão. Brasília, 2010b. Disponível em:

<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2010/120/documento/nota_tecnica_no_362_2010_sre-srd-aneel.pdf>. Acesso em: 26 agosto. 2019

_____. **Nota Técnica nº 311/2011**. SRE-SRD/ANEEL - Estrutura tarifária para o serviço de distribuição de energia elétrica. ANEEL, 2011. Disponível em:<<http://www.aneel.gov.br/cedoc/nren2011464.pdf>>. Acesso em: 10 setembro. 2019

_____. **Resolução Normativa nº 414/2010**, 2010a. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/bren2010414.pdf>>. Acesso em: 15 agosto. 2019

_____. **Resolução Normativa nº 733/2016**, 2016a. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2013/043/resultado/ren2016733.pdf>>. Acesso em: 21 agosto. 2019

_____. **Resolução Normativa no 479/2012**, 2012. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012479.pdf>>. Acesso em: 6 setembro. 2019

CEEE. Balanço Energético do Rio Grande do Sul. Disponível em: < http://www.cee.com.br/pportal/cee/Archives/Upload/Balanco_Energetico_RS_2015_base_2014_61962.pdf >. Acesso em: 25 novembro. 2019

CEMIG. Potência Média de Aparelhos Residenciais e Comerciais. Disponível em: < <https://www.cemig.com.br/pt-br/atendimento/Clientes/Documents/POT%C3%8ANCIA%20M%C3%89DIA%20DE%20APAR ELHOS%20RESIDENCIAIS%20E%20COMERCIAIS.pdf> >. Acesso em: 02 novembro. 2019

EL HAGE, F. S. (2011). **A Estrutura Tarifária de Uso das Redes de Distribuição de Energia Elétrica no Brasil: Análise Crítica do Modelo Vigente e Nova Proposta Metodológica**. São Paulo: Tese de Doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

FIGUEIRÓ, I. C. **A tarifa horária para os consumidores residenciais sob o foco das redes elétricas inteligentes - REI**. 2013, 127 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2013.

KNAK NETO, N. **Metodologias para modelagem de cargas de baixa tensão considerando a integração de resposta à demanda, Geração Distribuída e Veículos Elétricos**. 2017, 237 f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Santa Maria.

LAMIN, H. **Medição Eletrônica em Baixa Tensão: Aspectos Regulatórios e Recomendações para implantação**. 2009. 184 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

Mundo da Elétrica. Disponível em: < <https://www.mundodaeletrica.com.br/aplicativos-para-eletricistas-quais-usar/> >. Acesso em: 13 outubro. 2019

Nova Geração. Disponível em: < <http://www.ngeletrica.com.br/diversos/6-aplicativos-para-eletricistas> >. Acesso em: 13 outubro. 2019

OLIVEIRA, C. T. A. DE. **Desenvolvimento de ferramenta para análise de migração de consumidores de baixa tensão à tarifa branca**. 2017. Dissertação (Bacharel em Engenharia Elétrica) – Santo Ângelo: Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões.

PENIDO, É. de C. C. Energilar - **Um controlador de cargas domiciliares para a melhoria da sustentabilidade das residências brasileiras**. 2013. 106 f. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2013.

SANTOS, L. L. C. DOS. **Metologia para análise da tarifa branca e da geração distribuída de pequeno porte nos consumidores residenciais de baixa tensão**. 2014, 91 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria.