



EFICIÊNCIA ENERGÉTICA APLICADA A INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO

Marina Almeida Melo Proença

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Maranhão, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Engenheira Eletricista.

Orientador: Clóvis Bôsko Mendonça Oliveira

Maranhão

2019

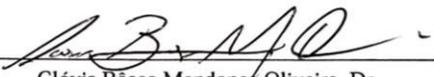
MARINA ALMEIDA MELO PROENÇA

**EFICIÊNCIA ENERGÉTICA APLICADA A INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE
BAIXA TENSÃO**

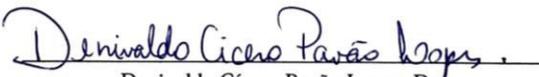
Monografia apresentada à Universidade Federal do Maranhão como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Data de Aprovação: São Luís – MA, 17/07/2019

BANCA EXAMINADORA



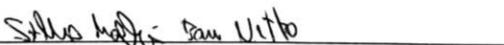
Clóvis Bôsko Mendonça Oliveira, Dr.
Orientador - Universidade Federal do Maranhão



Denivaldo Cícero Pavão Lopes, Dr.
Examinador – Universidade Federal do Maranhão



Carlos Alberto Brandão Barbosa Leite, Dr.
Examinador – Universidade Federal do Maranhão



Stelmo Magalhaes Barros Netto, Dr.
Examinador – Universidade Federal do Maranhão

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por ter me concedido a coragem, paciência e determinação necessárias para concluir o curso. Em segundo lugar, aos meus pais, Evandro e Larissa, as minhas irmãs, Mariana e Macela, ao meu namorado, Mario, por terem me dado todo o suporte emocional nesta etapa decisiva da minha vida.

Agradeço especialmente ao meu orientador, Prof. Dr. Clovis Bôsko, cujos ensinamentos foram decisivos para o desenvolvimento do presente trabalho. Serei eternamente grata aos meus mestres pelos conhecimentos adquiridos.

*“Porque aos seus anjos dará ordem a teu respeito,
para te guardarem em todos os teus caminhos. ”*

(Salmos 91)

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo principal o desenvolvimento de uma aplicação *mobile* nativa Android a fim de gerenciar o consumo de energia elétrica em consumidores de baixa tensão, utilizando o conhecimento dos fatores que influenciam na eficiência energética. Sabe-se que o aumento da tarifa de energia praticada pelas concessionárias impulsionou gradativamente o consumidor a procurar novas ações que visem a redução da conta de energia. Em linhas gerais, o trabalho se divide em 3 partes. Na primeira, serão abordados os aspectos técnicos de gerenciamento da eficiência energética no Brasil. Em um segundo momento, será apresentada a estrutura técnica do aplicativo em que se discorrerá sobre a implementação do aplicativo e do banco de dados SQLite. Na terceira parte, serão apresentados resultados obtidos para viabilização do projeto.

Palavras-Chave: Android, Eficiência Energética, Energia Elétrica, SQLite, Banco de Dados

ABSTRACT

The main objective of the present study is the development of an Android native mobile application in order to manage the consumption of electricity in consumers of low voltage distribution, using knowledge of the factors that influence energy efficiency. It is known that the increase in the energy tariff practiced by the concessionaires has gradually encouraged the consumer to seek new methods aimed at reducing the energy bill. In general terms, the work is divided into 3 parts. The first will approach the technical aspects of energy efficiency management in Brazil. In a second moment, it will be presented the technical structure of the application which will be discussed in the implementation of the application and the Sqlite database. In the third part, will be presented results obtained to make feasible the project.

Key-words: Energy Efficiency, Android, Sqlite, Database.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Programas do Governo Federal	21
Figura 2.2 - Selo PROCEL.....	22
Figura 2.3 - Selo ENCE.....	24
Figura 2.4 - Selo Conpet.....	25
Figura 2.5 - Tributos Embutidos na Conta de Energia.....	36
Figura 2.6 - Conta da Concessionária Detalhada	38
Figura 3.1 - Prefixos da Linguagem SQL.....	43
Figura 3.2 - Modelo de Sintaxe de um Comando SQL	43
Figura 3.3 - Modelo de Comunicação entre Aparelho e Banco de dados.	46
Figura 3.4 - Estruturação do Banco de Dados	47
Figura 3.5 - Diagrama de Entidades de Relacionamento	48
Figura 3.6 - Diagrama de Blocos para Tomada de Decisão	49
Figura 3.7 - Tela de Início do Aplicativo Optimum	58
Figura 3.8 - Interface Gráfica do Aplicativo Optimum	59
Figura 3.9 - Tela Home.....	60
Figura 3.10 - Tela home com equipamento simulado	61
Figura 3.11 - Interface gráfica da tela de cômodos.	62

Figura 3.12 - Tela de inserção de novo cômodo.....	63
Figura 3.13 - Lógica de programação para inserir novo cômodo.....	63
Figura 3.14 - Tela de equipamentos	64
Figura 3.15 - Tela para inserir novo equipamento.....	65
Figura 3.16 - Aparelho adicionado a tela de equipamentos	66
Figura 3.17 - Tela de mais opções.....	67
Figura 3.18 - Tela para Alterar a Tarifa e Iluminação Pública.....	67
Figura 3.19 - Tela de Alteração do Consumo Médio	68
Figura 3.20 - Telas de Ajuda e Sobre	69
Figura 4.1 - Modelo do Relatório Geral	71
Figura 4.2 - Informações Gerais do Relatório - Consumidor 1	74
Figura 4.3 - Informações Gerais do Relatório - Consumidor 2	78

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 2.1 - Economia de Energia após a Criação do PROCEL	23
Gráfico 2.2 - Percentual de Consumo Residencial	27
Gráfico 2.3 - Evolução Tarifária nos Últimos 10 anos	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Sistema de Bandeira Tarifária	35
Tabela 3.1 - Chave Primária.....	44
Tabela 3.2 - Chave Estrangeira.....	44
Tabela 3.3 - Campos da Tabela <i>consumidorConfigtb</i>	49
Tabela 3.4 - Tarifa para Consumidores de Baixa Tensão.....	50
Tabela 3.5 - Consumo Médio Mensal nos Últimos Três Meses.....	50
Tabela 3.6 - Campos da Tabela <i>listacomodostb</i>	51
Tabela 3.7 - Campos da Tabela <i>aparelhostb</i>	52
Tabela 3.8 - Lista de Aparelhos.....	52
Tabela 3.9 - Lista de Aparelhos.....	53
Tabela 3.10 - Campos da Tabela <i>equipamentoComodotb</i>	53
Tabela 3.11 - Campos da Tabela <i>equipamentoComodotb</i>	54
Tabela 3.12 - Campos da Tabela <i>consumoEquipamentotb</i>	55
Tabela 3.13 - Consumo Médio dos Aparelhos	55
Tabela 3.14 - Consumo Médio dos Aparelhos	55
Tabela 4.1 - Conta de Energia Consumidor 1	72
Tabela 4.2 - Detalhamento da Potência Instalada – Consumidor 1.....	72

Tabela 4.3 - Equipamentos Adicionados - Consumidor 1	75
Tabela 4.4 - Conta de Energia Consumidor 2	76
Tabela 4.5 - Detalhamento da Potência Instalada - Consumidor 2	77
Tabela 4.6 - Relatório de Consumo - Consumidor 2.....	79

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BEN	Balanco Energético Nacional
CEMAR	Companhia Energética do Maranhão
CIP	Contribuição De Iluminação Pública
COFINS	Contribuição para Financiamento da Seguridade Social
CONPET	Programa Nacional de Conservação de Petróleo e Derivados
ENCE	Etiqueta Nacional de Conservação de Energia
GCIEE	Comitê Gestor de Indicadores de Eficiência Energética
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
PBE	Programa Brasileiro de Etiquetagem
PEE	Programa de Eficiência Energética
PIS	Programas de Integração Social
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
SQL	Structured Query Language

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	16
1.1	Objetivo	18
1.2	Motivação	18
1.3	Descrição dos capítulos	19
2	ASPECTOS TÉCNICOS DE GERENCIAMENTO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM CONSUMIDORES DE BAIXA TENSÃO	20
2.1	Eficiência Energética no Brasil	20
2.2	PROCEL.....	21
2.3	PBE.....	23
2.4	CONPET.....	24
2.5	PEE	25
2.6	Influências do Usuário no Consumo de Energia	26
2.7	Principais Aliados da Eficiência Energética.....	27
2.7.1	Sistemas de Iluminação.....	28
2.7.2	Sistemas de Climatização	29
2.7.3	Sistemas de Refrigeração.....	30
2.7.4	Outros equipamentos	31

2.7.5	Instalação Elétrica.....	32
2.7.6	Microgeração de Energia.....	33
2.8	Cálculo do Consumo.....	34
2.9	Sistema de Bandeiras Tarifárias.....	34
2.10	Tributos Aplicáveis ao Setor Elétrico.....	36
2.11	Dados Importantes para a Conta do Consumidor.....	37
2.12	Evolução Tarifária nos Últimos Anos.....	38
2.13	Síntese do Capítulo.....	39
3	ESTRUTURA TÉCNICA DO APLICATIVO OPTIMUM.....	41
3.1	Android.....	41
3.2	Banco de Dados.....	41
3.2.1	Padrão SQL.....	42
3.2.2	Chave primária.....	44
3.2.3	Chave estrangeira.....	44
3.3	Ambiente de Desenvolvimento.....	45
3.4	Softwares Usados.....	45
3.5	Estrutura do Aplicativo.....	45
3.6	Estruturação e Modelagem do Banco de Dados.....	46
3.6.1	Estruturação do Banco de Dados.....	46

3.6.2	Diagrama de Entidades de Relacionamento	47
3.6.3	Modelagem do Banco de Dados	48
3.7	Implementação.....	57
3.7.1	Interface Gráfica	57
3.8	Síntese do Capítulo.....	69
4	ANÁLISE DE CONSUMIDORES RESIDENCIAIS.....	70
4.1	Consumidor 1 - Residencial Trifásico.....	71
4.2	Consumidor 2 - Residencial Monofásico	76
4.3	Síntese do Capítulo.....	81
5	CONCLUSÕES.....	82

1 INTRODUÇÃO

Desde a primeira observação dos fenômenos elétricos durante o século XVIII, a eletricidade se tornou a principal fonte de energia utilizada. A partir daí, o consumo de energia elétrica tem aumentado, bem como a demanda de geração. Este aumento do consumo de energia causou grandes impactos econômicos e ambientais, levando os diversos países ao redor do globo a repensarem seus hábitos diários.

De acordo com a Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2010), o termo eficiência energética se evidenciou após a crise do petróleo ocorrida na nos anos 70, onde o aumento do preço da geração de energia refletiu no aumento do preço dos produtos. Após o período, os países ao redor do mundo começaram a observar os equipamentos que mais gastavam energia, bem como os hábitos de consumo, para que fossem tomadas as melhores medidas com a finalidade de obter uma maior eficiência energética.

Assim, foram criados programas para realizar a conscientização da população, dentre eles o PROCEL (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica) e o PBE (Programa Brasileiro de Etiquetagem).

No Brasil, onde a geração de eletricidade provém principalmente das usinas hidrelétricas, a crise energética ganhou lugar de destaque no começo dos anos 2000. No ano de 2001 houve a “Crise do Apagão” na qual a falta de investimentos na transmissão, distribuição, conservação e a má gestão de energia podem ser citadas como suas principais causas, fazendo com que o estado focasse no racionamento de energia e investisse em práticas que aumentassem a eficiência energética em todos os setores da sociedade.

Dente os fatores que contribuíram para tal medida, tem-se a falta de investimentos na área somada à estiagem que acometeu as regiões Nordeste e Sudeste. Em 2001, a geração de energia era, em sua maioria, proveniente das hidrelétricas. Com a estiagem, os reservatórios de água sofreram drástica redução, desacelerando assim a produção de energia para atender os diversos

setores do país. Neste mesmo ano, não havia linhas de transmissão suficientes para entregar a energia da região sul, onde não houve falta d'água, para as demais regiões.

Para evitar maior agravamento da situação, o Governo Federal tomou medidas de racionamento de energia. Todos os consumidores foram obrigados a reduzir em 20% seu consumo ou teriam suas contas de energia aumentadas.

Dentre as principais medidas tomadas pela população a fim de evitar a taxaço foi a substituição de lâmpadas do tipo incandescentes por fluorescentes, onde a segunda é bem mais econômica que a primeira. Outras medidas, como desligamento de eletrodomésticos com maior consumo, foram feitas para alcançar tal redução.

Visando suprir as regiões com falta de eletricidade, as usinas termelétricas foram utilizadas intensivamente. Entretanto, como se sabe, esta forma de geração de energia é cara quando comparada com as hidrelétricas, o que levou o governo a implantar bandeiras tarifárias com o intuito de aumentar a arrecadação, afetando mais ainda a conta de energia dos consumidores.

Em 2015, entrou em vigor o sistema de bandeiras tarifárias aplicadas aos consumidores, implementado pela Agência Nacional de Energia Elétrica. A própria agência define a bandeira vigente de acordo com os custos da geração de energia, assim, dependendo da cor da bandeira uma porcentagem é adicionada a conta de energia. Segundo a ANEEL, o sistema recém adotado permite melhor gerenciamento da carga de dados pelo consumidor e, conseqüentemente, gerar mais transparência do que realmente é cobrado.

A partir da análise do contexto histórico do Brasil, o presente trabalho tem como finalidade o desenvolvimento de uma ferramenta de gestão energética, a qual irá focar na redução de gastos do consumidor de baixa tensão de distribuição, através do aprimoramento no uso e buscando alternativas para aumentar a eficiência energética.

A gestão e otimização energética resulta em economia a curto, médio e longo prazo, tornando as instalações, sistemas e equipamentos cada vez mais eficientes. Além de minimizar o impacto ao consumidor final no que diz respeito a sua conta de energia.

1.1 Objetivo

Este trabalho tem por objetivo apresentar uma aplicação *mobile* nativa que vise analisar o consumo de energia elétrica de consumidores de baixa tensão através das configurações do ambiente, quais sejam quantidade de quartos, cozinha, sala, banheiro, etc., os equipamentos instalados e a conta de energia fornecida pela concessionária. O termo ambiente é utilizado ao longo do texto para se referir, de forma genérica, às instalações dos consumidores de baixa tensão.

Normalmente, em uma residência, os equipamentos que mais impactam na eficiência energética são o sistema de iluminação, de refrigeração, aquecimento. O objetivo desta aplicação é gerir o consumo de energia elétrica para que o usuário possa observar e tomar as decisões cabíveis e, assim, reduzir a conta de energia apenas mudando alguns hábitos ou, até mesmo, substituindo os eletrodomésticos por outros mais eficientes, tomando como base programas certificados pelo Governo Federal.

O estudo será desenvolvido primeiramente analisando os aspectos técnicos relacionados ao tema principal da presente monografia de forma a esclarecer os conceitos, sendo em seguida apresentada a estrutura técnica do aplicativo. As funcionalidades da aplicação aqui proposta consistem em: gerenciar os cômodos, os equipamentos existentes e analisar o consumo total.

1.2 Motivação

A motivação deste trabalho é conscientizar e incentivar o consumidor ao uso eficiente de energia e os seus benefícios para a sua conta através de uma aplicação *mobile*.

O valor pago pela energia elétrica pode ser um ponto crucial pois influencia diretamente nas despesas do consumidor. Acredita-se que a análise proposta pelo dispositivo deste trabalho possa maximizar as melhorias de uma instalação elétrica de forma eficiente e barata.

1.3 Descrição dos capítulos

O estudo sob análise foi dividido em 5 capítulos, sendo eles os aspectos técnicos de gerenciamento da eficiência energética em consumidores de baixa tensão, a estrutura técnica do aplicativo Optimum, o estudo de caso.

O segundo capítulo traz uma abordagem do conceito de eficiência energética, a explanação dos cálculos referentes ao consumo e a relevância da discussão deste tema para a melhoria dos padrões de consumo.

O terceiro capítulo contém os aspectos técnicos do desenvolvimento do aplicativo Optimum, o qual visa o gerenciamento de consumo de eletricidade, sendo expostas alternativas para otimizar os diversos sistemas usualmente encontrados em um consumidor de baixa tensão de distribuição.

O quarto capítulo tem por finalidade analisar a confiabilidade do aplicativo Optimum utilizando dois consumidores residenciais.

No quinto e último capítulo, serão apresentadas as conclusões do trabalho, avaliando os pontos positivos e negativos da aplicação, além de propor melhorias para o sistema apresentado.

2 ASPECTOS TÉCNICOS DE GERENCIAMENTO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM CONSUMIDORES DE BAIXA TENSÃO

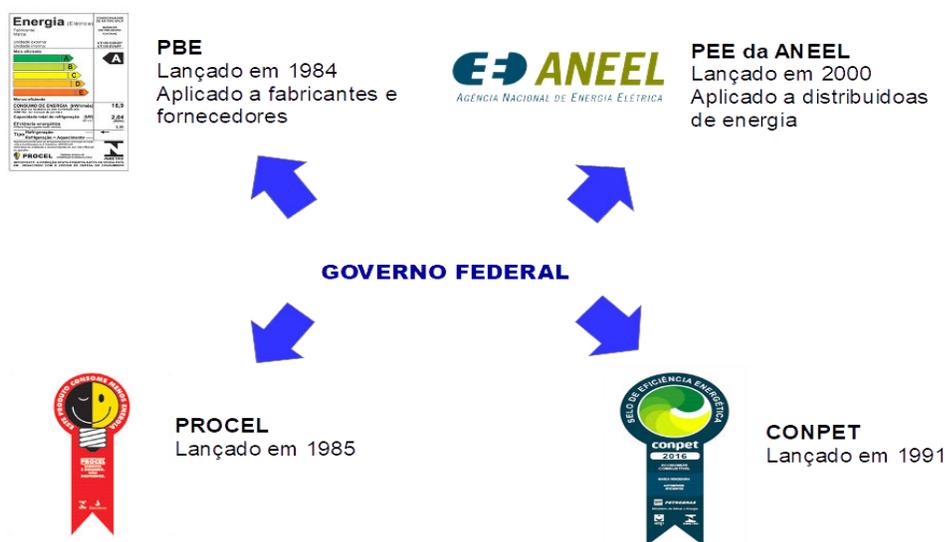
No presente capítulo será abordado o embasamento teórico para compreensão da metodologia utilizada no desenvolvimento deste trabalho. Aqui serão apresentados temas como a contextualização do Brasil, os programas criados pelo Governo Federal para reduzir o consumo de energia, termos técnicos utilizados ao longo do trabalho e a aplicação de tecnologias relacionadas a eficiência energética.

2.1 Eficiência Energética no Brasil

O termo eficiência energética diz respeito à utilização de menos energia nos processos a fim de obter os mesmos resultados, ou seja, pode-se fornecer valor energético consumindo menos energia. É comum uma interpretação errônea de eficiência energética como “racionalização forçada” do uso final da energia. (INEE, 2001) As políticas relacionadas a eficiência se referem a ações que obtenham resultados na diminuição do consumo a médio e longo prazo, mas que tenham a preocupação em manter a qualidade e funcionalidade do serviço prestado, sem reduzi-lo.

A eficiência energética está em pauta desde a década de 70 quando o preço do petróleo e seus derivados tiveram uma variação muito alta de preço. Na busca pela redução e racionalização do consumo da energia elétrica, o Governo Federal criou uma série de medidas para utilização eficiente da energia, como a criação de diversos programas, como o PBE, o PEE, o PROCEL e o CONPET, conforme ilustrados na Figura 2.1.

Figura 2.1 - Programas do Governo Federal



Fonte: Elaborado pelo Autor (2019)

Segundo o último relatório divulgado pelo Balanço Energético Nacional (BEN) baseado no ano de 2017, o consumo energético avançou 1,2% em relação ao ano anterior sendo o setor residencial e comercial responsáveis por parcelas de 1,5% e 0,8%, respectivamente. (BEN,2017)

A partir do relatório pode-se inferir que o uso otimizado da energia disponível é totalmente necessário já que há uma crescente demanda energética. Nas seções abaixo serão explanados os programas mencionados anteriormente para uma maior compreensão.

2.2 PROCEL

O Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica foi criado pelo governo em 1985 para combater o desperdício de energia elétrica incentivando que esta seja consumida de maneira eficiente.

O Selo PROCEL de economia de energia, criado em 1993, é um programa coordenado pelo ministério de minas e energia e executado pela Eletrobrás. Foi instituído para promover o uso

eficiente da energia elétrica e combater o desperdício. Através do programa, o consumidor pode saber qual a economia ao adquirir um equipamento mais eficiente.

Atualmente a área de atuação do programa abrange a compreensão de equipamentos, edificações, iluminação pública, poder público, industrial e comércio. Seu intuito principal é disseminar informações, capacitar profissionais, apoiar a prefeituras e identificar a eficiência de equipamentos através do selo PROCEL.

A ferramenta é destinada aos produtos etiquetados que apresentam o maior desempenho energético em sua categoria. Cada equipamento é submetido a ensaios laboratoriais e aqueles que atingirem os índices estabelecidos de consumo e desempenho são contemplados com o selo.

Somente no ano de 2015, houve uma economia de 11,68 bilhões de kWh, correspondendo a energia fornecida em um ano por uma usina hidrelétrica com capacidade de 2.801 MW. A explicação para o sucesso do programa se deve ao fato das mudanças atuarem direto no consumidor final. A Figura 2.2 ilustra o selo PROCEL de energia.

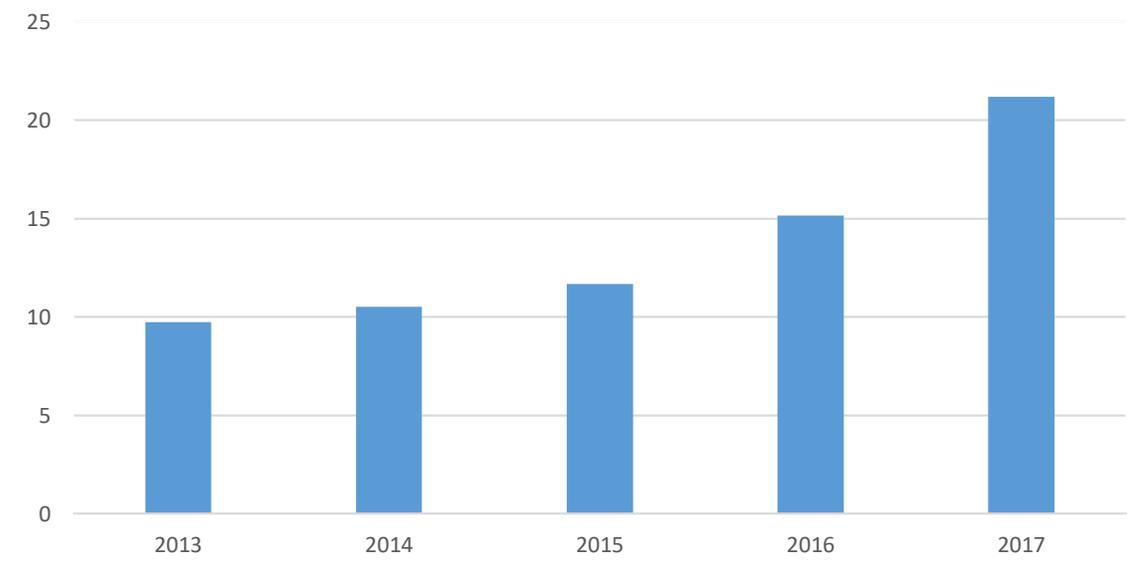
Figura 2.2 - Selo PROCEL



Fonte: Site PROCEL Info

Desde 1986, a economia de energia obtida com a criação do PROCEL foi de aproximadamente 128,6 kWh. (Procel Info) No Gráfico 2.1 pode-se observar os ganhos energéticos mais recentes.

Gráfico 2.1 - Economia de Energia após a Criação do PROCEL (bilhões de kWh)



Fonte: Elaborado pelo autor com dados do resultado do PROCEL (2017)

A partir da análise do Gráfico 2.1, é possível observar a crescente economia após da implantação do programa, ratificando sua eficiência.

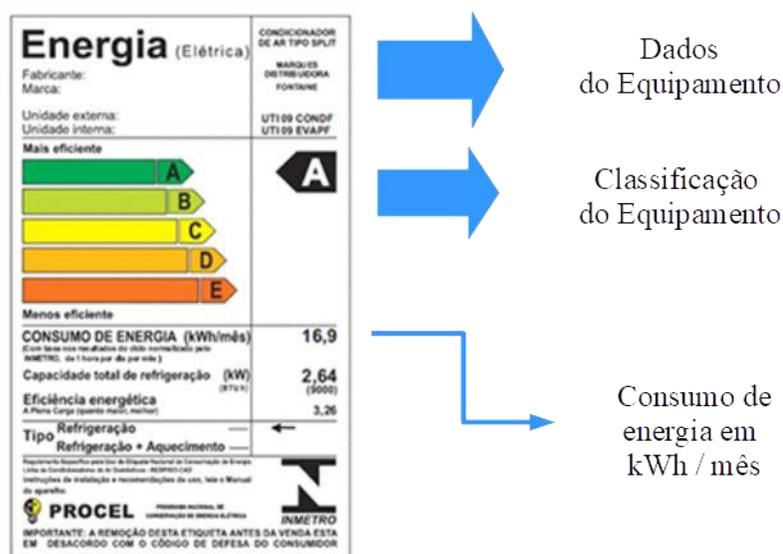
2.3 PBE

Criado em 1984 pelo Inmetro, o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) tem por finalidade auxiliar o consumidor a escolher produtos onde a relação eficiência e economia seja a mais proveitosa possível através da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE).

O PBE fornece etiquetas com faixas de consumo que variam de acordo com o desempenho dos produtos em diversos aspectos, como ruído e a eficiência energética. Quando um dado equipamento possui maior eficiência, é classificado com A com a faixa na cor verde. Da mesma forma, quando o equipamento for menos eficiente sua classificação será G, cuja cor é vermelha.

A Figura 2.3 ilustra o selo ENCE bem como as informações necessárias para a melhor utilização do equipamento.

Figura 2.3 - Selo ENCE



Fonte: Site Inmetro - Modificada

Para que o produto obtenha a etiqueta, este é submetido a uma série de ensaios e testes em laboratório para que os níveis de eficiência energética sejam avaliados. Assim, os resultados encontrados após os testes laboratoriais são comparados com os níveis estabelecidos pelo Comitê Gestor de Indicadores de Eficiência Energética (GCIEE) e então será definido o seu nível de eficiência.

2.4 CONPET

O Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (CONPET) foi criado em 1991 pelo, Governo Federal, para promover a racionalização do consumo dos recursos naturais não renováveis através de apoio técnico e execução de ações que visem a eficiência energética dos setores residencial, industrial e transporte.

O programa rotula equipamentos que apresentam menores taxas no consumo de combustível através do selo CONPET de Eficiência Energética. Vale ressaltar a diferença entre a etiqueta ENCE do PBE, os selos PROCEL e CONPET. A etiqueta do ENCE classifica todos os

aparelhos de acordo com sua eficiência energética, enquanto que os selos PROCEL e CONPET apenas os produtos mais eficientes dentre equipamentos semelhantes. A Figura 2.4 ilustra o selo contemplado pelo programa discutido nesta seção.

Figura 2.4 - Selo Conpet



Fonte: Site Conpet (2012)

2.5 PEE

Criado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), o objetivo deste programa é promover o uso eficiente e racional de energia elétrica em todos os setores da economia. A ANEEL regulou a Lei nº 9.991 estabelecendo que as concessionárias de energia elétricas devem investir em programas de eficiência energética no uso final, obrigando-as a aplicar, no mínimo, 0,5% de sua receita operacional líquida em ações que visem a redução do desperdício no uso da energia elétrica (ANEEL, 2013).

A Agência se baseia em investimentos que otimizem as redes de distribuição com a finalidade de minimizar suas perdas, realizando diagnósticos em instalações comerciais, industriais e serviços, bem como projetos para incentivar a população a trocar os eletrodomésticos obsoletos

por modelos mais novos e com a certificação de eficiência. Desde 2013 foram economizados 9,1 TWh e reduziu-se a potência de ponta em 2,8 GW. (CEPEL, 2015)

2.6 Influências do Usuário no Consumo de Energia

A partir da década de 2000, iniciou-se o acompanhamento dos principais setores que mais utilizam energia elétrica no Brasil. Constatou-se expressivo aumento no consumo residencial, o que pode ser associado a elevação da renda da população que pôde adquirir novos equipamentos culminando no crescimento do número de domicílios.

Pode-se inferir que o pouco conhecimento acerca dos métodos de eficiência energética da grande parte da população contribui para desperdício de energia. Com isso, boa parte dos consumidores desconhece os equipamentos mais eficientes que são aliados na redução do consumo de energia. A instalação pode ser a mais eficiente possível porém se os utilizadores não tiverem a devida consciência de uso, os equipamentos não atingirão sua principal finalidade.

Dentre os principais fatores que influenciam no gasto de energia, pode-se citar:

1. Abertura e fechamento excessivo de portas quando o sistema de resfriamento estiver funcionando;
2. Sistema da iluminação funcionando sem necessidade;
3. Utilizar o sistema de aquecimento de água em alta potência bem como banhos demorados;
4. Utilizar lâmpadas incandescentes;
5. Instalar condicionador de ar inadequado ao ambiente;
6. Subdimensionamento de cabos.

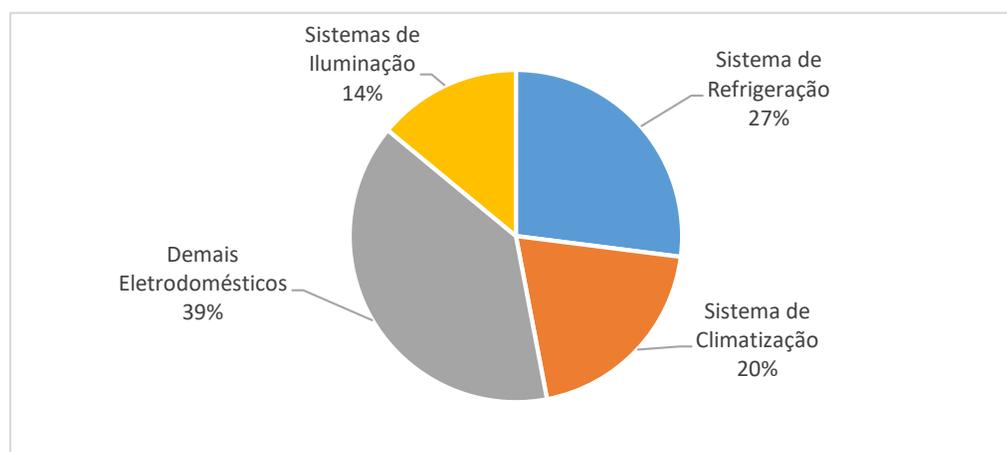
O comportamento do usuário durante o consumo de energia varia de uma pessoa pra outra visto que cada um possui seus hábitos. Sabendo disso é necessário conscientizar o comportamento do usuário uma vez que suas ações diárias causam uma grande diferença nos gastos com energia.

2.7 Principais Aliados da Eficiência Energética

Sabe-se que a energia elétrica é essencial no dia a dia da população e com isso, a mesma reflete nos custos residenciais. Para melhores resultados na eficiência energética é necessário adotar algumas práticas, as quais serão descritas ao longo desta seção.

A partir da análise geral do consumo energético, é possível visualizar os sistemas centralizadores. No Gráfico 2.2, estão estratificadas as áreas com maior percentual de consumo em uma residência. (Eletrobrás,2007a)

Gráfico 2.2 - Percentual de Consumo Residencial



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados Eletrobrás (2016)

É importante frisar que existem vários fatores que influenciam na eficiência energética de um ambiente, os quais serão descritos nas seções subsequentes.

2.7.1 Sistemas de Iluminação

Os sistemas de iluminação representam cerca de 20% da energia elétrica total consumida no país. É sabido que este sistema apresenta o maior número de alternativas para se alcançar a conservação de energia. Há no mercado diversas lâmpadas eficientes, reatores eletrônicos e luminárias de alta eficiência.

Pode-se inferir que a primeira atitude relevante para redução do consumo de energia é a substituição de lâmpadas incandescentes por LED ou fluorescentes compactas. Ao optar pela substituição, o consumidor estará economizando até 75% de energia. Para exemplificar, uma lâmpada incandescente de 60 Watts possui a mesma potência de uma 15 Watts fluorescente.

Entretanto, quando se analisa o conjunto como um todo, somente a substituição das lâmpadas pode não resolver a questão central. Um ambiente que aproveite ao máximo a iluminação natural é uma das soluções que podem ser adotadas somadas a troca das lâmpadas.

É possível identificar algumas ações que promovem a redução no consumo de energia elétrica, as quais:

- a) Emprego de lâmpadas adequadas com o ambiente no qual serão utilizadas, garantindo boa condição de visibilidade;
- b) Optar por lâmpadas que contém o selo PROCEL de economia de energia;
- c) Aproveitamento de luz natural sempre que possível;
- d) Evitar o uso desnecessário, como por exemplo durante o dia;
- e) Mantê-las limpas, sabendo que a sujeira acumulada reduz a incidência da luz;
- f) Utilizar acionamento automático de circuitos de iluminação através de sensores.

Para que a eficiência no uso das luminárias seja maximizada, é necessário que as peças passem por uma manutenção periódica garantindo, principalmente, que as superfícies refletoras

estejam em boas condições de reflexão. A sujeira que se deposita na luminária no decorrer do tempo faz com que a eficiência luminosa do conjunto perca qualidade, prejudicando a iluminação final do ambiente e ocasionando um consumo de energia ineficiente. Neste trabalho será considerada a substituição de lâmpadas mais eficientes através do cálculo do consumo elétrico baseado nos hábitos do usuário.

2.7.2 Sistemas de Climatização

Os sistemas de resfriamento são essenciais para a manutenção do conforto térmico em ambientes internos, principalmente em cidades com clima quente e úmido. Estes equipamentos, em geral, são compostos por compressores, condensadores, ventiladores, filtros e gás refrigerante.

O sistema discutido na presente seção possui um vasto potencial de melhoria da eficiência energética nos ambientes, visto que a cada ano surgem novas tecnologias cada vez mais eficientes. Durante o verão, o condicionador de ar chega a representar um terço do consumo de energia. Ao optar por aparelhos com maior desempenho, o consumidor fará uma economia de, aproximadamente, R\$ 200,00 ao ano. (Eletrobrás, 2017)

Um dos fatores que influenciam na eficiência energética do citado grupo de aparelho é sua manutenção preventiva. O acúmulo de resíduos contidos no ar, como poeira e óleo, prejudica o funcionamento do condensador, evaporador e os filtros da máquina. A obstrução dos filtros acarreta no maior esforço do motor do ventilador causando, em média, um desperdício de 10% de energia. (Eletrobrás, 2017)

Em adição, outro fator que contribui para eficiência do sistema é o correto dimensionamento do equipamento para o ambiente. O cálculo da capacidade térmica do aparelho considera aspectos do ambiente e da instalação, como pé direito (altura do chão ao teto), área do espaço a ser refrigerado, a quantidade de pessoas que transitam, os equipamentos, entre outros. Alguns fabricantes de ar condicionado disponibilizam em sua plataforma digital simuladores que estimam, através dos diversos elementos influenciadores citados, o aparelho com a capacidade térmica mais recomendada.

A unidade utilizada para definir a capacidade térmica dos referidos aparelhos é dada em BTU/h (Unidade Térmica Britânica por hora) do inglês British Terminal Unit, a qual quantifica a troca de calor realizada pelo aparelho durante uma hora. Pode-se dizer que quanto maior a unidade, maior será a potência do aparelho. O cálculo do BTU é fundamental para que o aparelho atenda a necessidade de cada ambiente, garantindo o máximo de conforto para os ocupantes.

2.7.3 Sistemas de Refrigeração

Os sistemas de refrigeração considerados nesta seção englobam geladeiras, freezers e frigobares.

Pode-se citar as principais medidas que visam a eficiência energética em sistemas de refrigeração, como a seguir:

- a) Não armazenar produtos ainda quentes nos equipamentos pois isto forçará maior trabalho do compressor para resfria-lo, aumentando consideravelmente o consumo;
- b) É necessário que, ao armazenar os produtos, mantenha-se certa distância entre os mesmos e se tenha o cuidado de não obstruir as saídas de ar frio do aparelho, garantindo a correta circulação do ar no seu interior;
- c) A instalação do aparelho de refrigeração deve ser sempre em local ventilado e mantendo distância de paredes e móveis (cerca de 15 centímetros). O refrigerador também deve ser mantido protegido de raios solares e equipamentos que sejam fontes de calor, como fogões e estufas;
- d) É importante uma limpeza e correta regulação do termostato evitando o acúmulo de gelo nas serpentinas que dificulta a troca de calor aumentando a temperatura interna da câmara;
- e) As portas do equipamento devem ficar abertas o menor tempo possível;
- f) O estado das borrachas de vedação das portas e tampas devem ser verificados periodicamente a fim de observar suas condições de isolamento térmica. Um bom teste a se fazer é colocar uma folha de papel ao fechar a porta do equipamento, se ela sair facilmente com a porta fechada significa que a borracha deve ser trocada;
- g) Adequar a temperatura do equipamento às necessidades dos produtos armazenados na câmara;

- h) Sempre que possível, cobrir balcões frigoríficos quando o equipamento não estiver sendo solicitado, como durante a noite ou períodos em que o estabelecimento estiver fechado. Esta medida diminui as perdas na refrigeração dos produtos reduzindo a quantidade de acionamentos do compressor da máquina, diminuindo seu consumo;
- i) Controle das fontes externas de calor através do uso de cortinas, persianas e películas nos vidros e mantendo o ambiente climatizado com janelas e portas fechadas e corretamente vedadas.

2.7.4 Outros equipamentos

Neste trabalho, serão considerados sistemas a parte como chuveiros elétricos, televisores, motores, ferro elétrico, máquina de lavar e de secar roupa e os demais eletrônicos.

Nesta seção, serão discutidas as principais dicas e alternativas para uma utilização com menos desperdício e, conseqüentemente, reduzir os custos. Todas as dicas aqui citadas foram retiradas da cartilha disponibilizada pela PROCEL. (PROCEL, 2015)

Chuveiro Elétrico

- a) Ao utilizar o aparelho na posição “verão”, o consumo é reduzido em até 30%;
- b) É de suma importância controlar o tempo de uso;
- c) Manter as saídas de água do aparelho sempre limpas evitando assim maior esforço do motor.

Motores elétricos

- a) Evitar trabalho em vazio, mantendo a faixa de operação entre 60% a 90%;
- b) Motores de alto rendimento possuem menos perdas. Desta forma, é preferível substituir um motor comum;
- c) Efetuar as manutenções preventivas periódicas, evitando assim o aumento do gasto energético.

Ferro Elétrico

- a) Utilizar o aparelho o menor número de vezes por mês;
- b) Evitar deixar o aparelho ligado sem necessidade;
- c) Depois de desligá-lo aproveitar o calor para passar roupas leves;

Máquina de Lavar e Secar Roupa

- a) Utilizar a capacidade máxima de roupas por lavagem conforme indicada pelo fabricante
- b) Manter o filtro e tubulações limpos.

Eletrodomésticos em Geral

- a) Utilizar, sempre que possível, a opção de economia de energia;
- b) Retirar a fonte da tomada após a carga completa em baterias de celulares e notebooks;
- c) Vários aparelhos, tais como DVD, televisão, aparelhos de som, videogame, entre outros possuem um modo de operação chamado *stand-by* onde o dispositivo se encontra em modo de espera, recebendo energia mesmo desligado. Esta função é geralmente indicada por um pequeno sinal luminoso aceso no aparelho. Cerca de 12% do consumo destes dispositivos é quando se encontram no modo *stand-by*, logo, o mais adequado é que sejam desligados de fato, muitas vezes sendo necessário retirá-los da tomada. Alguns equipamentos possuem o selo Energy Star que se trata de uma tecnologia capaz de reduzir o consumo dos aparelhos em *stand-by* em até 90%.

2.7.5 Instalação Elétrica

As instalações elétricas do edifício podem representar grande aumento no consumo de energia quando apresentam perdas por Subdimensionamento dos cabos, fugas de corrente, curtos-circuitos, entre diversos outros problemas decorrentes de um mau dimensionamento da instalação ou falta de manutenção adequada.

Algumas medidas são necessárias para que, em conjunto com a aplicação das normas e legislação vigente sobre o assunto, garantam um correto funcionamento da instalação, como pode-se constatar nas cartilhas detalhadas, como a seguir:

- a) Utilizar materiais de boa qualidade e de origem certificada nas instalações, que contenham o “Símbolo de Identificação do Sistema Brasileiro de Certificação” afixado no produto e em sua embalagem juntamente com nome ou marca do Organismo de Certificação de Produto – OCP, certificado pelo Inmetro. A utilização de materiais de baixa qualidade implica num possível desgaste acelerado dos componentes, causando fugas de corrente e curtos-circuitos que aumentam o risco de acidentes e aumentam o consumo de energia;
- b) Eliminar maus contatos em chaves fusíveis, elos fusíveis, condutores, entre outros, pois acarretam perdas significativas de energia;
- c) Instalar os quadros de distribuição o mais próximo possível das cargas.

2.7.6 Microgeração de Energia

Apesar de não ser o tema principal deste trabalho, é de grande importância discorrer sobre a geração distribuída. Atualmente, em um país onde a tarifa de energia cresce cada vez mais, a microgeração aparece no cenário nacional como um importante aliado para a redução da conta de energia do consumidor.

Para calcular a quantidade de painéis fotovoltaicos necessários para suprir o consumo da residência, é necessário realizar alguns cálculos. Utilizando um módulo solar fotovoltaico de 265 W de potência, direcionado para o norte e considerando as perdas totais do sistema em 20%, este módulo gera, em um mês:

$$\text{Energia} = 265 * 5,37 * (1 - 20) * 30 = 34,20 \text{ kWh} \quad (1)$$

Assim, para calcular a quantidade de módulos instalados para suprir uma residência com consumo médio mensal de 500 kWh serão necessários 15 módulos, conforme a equação abaixo.

$$\text{N}^{\circ} \text{ de módulos} = \frac{500}{34,2} = 15 \text{ módulos} \quad (2)$$

2.8 Cálculo do Consumo

Para calcular o consumo de energia em kWh de um equipamento, é necessário utilizar a potência e o hábito de uso.

$$\text{Consumo} = \frac{\text{Potência (W)} * \text{horas} * \text{dias}}{1000} \quad (3)$$

Por exemplo, o cálculo de uma lâmpada de 6 W utilizada durante 8 horas em 30 dias pode ser feito da seguinte forma:

$$\text{Consumo} = \frac{6 * 8 * 30}{1000} = 1,44 \text{ kWh} \quad (4)$$

É importante ressaltar que alguns equipamentos como refrigeradores, freezers, condicionadores de ar, lavadoras de roupa, lavadoras de louça possuem consumo médio mensal diferente do calculado na equação 2, pois estes equipamentos “ligam e desligam” periodicamente.

2.9 Sistema de Bandeiras Tarifárias

No ano de 2015, foi criado o Sistema de Bandeiras Tarifárias pela ANEEL, o qual indica a possibilidade ou impossibilidade de haver acréscimo no valor da energia em função das condições de geração. O sistema é composto por 3 modalidades: a verde, amarela e vermelha.

A criação deste sistema tem por objetivo levar ao consumidor mais transparência quanto aos valores pagos em sua conta de energia e adaptar seu consumo com a finalidade de reduzir o valor de sua conta. Anteriormente o consumidor era surpreendido com o aumento repentino da tarifa e, conseqüentemente, não podia tomar medidas a fim de reduzir seu consumo. Em 2019, a

ANEEL aprovou a resolução que altera o valor das bandeiras tarifárias e entrando esta em vigor no mês de junho. Os seus valores se encontram na tabela abaixo.

Tabela 2.1 - Sistema de Bandeira Tarifária

Bandeira	Valor (R\$)
Verde – Condições favoráveis de geração de energia	Sem custo adicional
Amarela – condições menos favoráveis de geração.	1,5
Vermelha Patamar 1 – custo elevado de geração	4
Vermelha Patamar 2 – geração de energia custosa	6

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da ANEEL.

De acordo com a Tabela 2.1 - Sistema de Bandeira Tarifária, caso a bandeira do mês regente seja verde, a conta do consumidor não sofrerá acréscimo pois as condições climáticas são favoráveis à geração de energia. Contudo, caso seja qualquer uma das restantes, o consumidor saberá que as condições são menos favoráveis e sua conta sofrerá acréscimo a cada 100 kWh utilizados.

Exemplificando, em uma residência cujo consumo seja de 400 kWh, com tarifa de 0,65 e a bandeira regente seja a amarela, o cálculo do valor a ser pago será o demonstrado na equação abaixo.

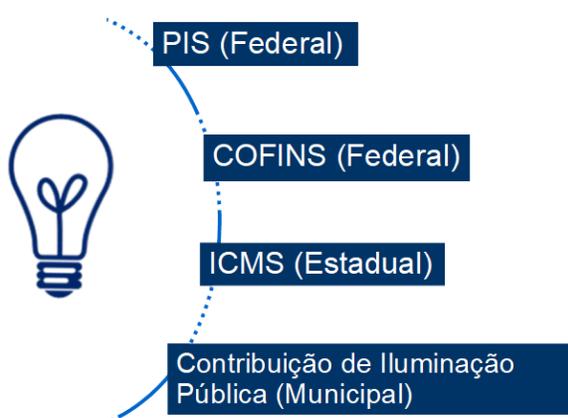
$$\text{Valor pago} = 400 * 0,65 + 400 * 0,015 = \text{R\$ } 263,9 \quad (5)$$

A justificativa para utilização de R\$ 0,015 está no simples fato de ser adicionada a conta a cada 1 kWh de consumo, em contrapartida dos R\$ 1,5 a cada 100 kWh.

2.10 Tributos Aplicáveis ao Setor Elétrico

Os tributos incidentes na conta de luz são obrigatórios ao consumidor para garantir que o governo possa desenvolver suas atividades. Na conta de energia são embutidos tributos federais, municipais e estaduais, os quais são de responsabilidade das concessionárias de energia repassar para a instituição competente.

Figura 2.5 - Tributos Embutidos na Conta de Energia



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

O Programa de Integração Social (PIS) e Contribuição para Financiamento da Seguridade (COFINS) são tributos pertencentes à Constituição Federal nos artigos 195 e 139. Os dois tributos possuem a finalidade de manter programas voltados ao trabalhador e, também, programas sociais do Governo Federal.

O cálculo do PIS e COFINS varia de mês a mês, dependendo do valor recolhido pelas empresas. Por decisão da Aneel, na conta de energia deve haver o detalhamento do valor do tributo efetivamente recolhido pela distribuidora, não somente as porcentagens. Atualmente, no Estado do Maranhão, a alíquota é 1,4% e 6,49%, respectivamente.

Seguindo a ordem da Figura 2.5, o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) está previsto no art. 155 da Constituição Federal e sua alíquota é estabelecida pelos

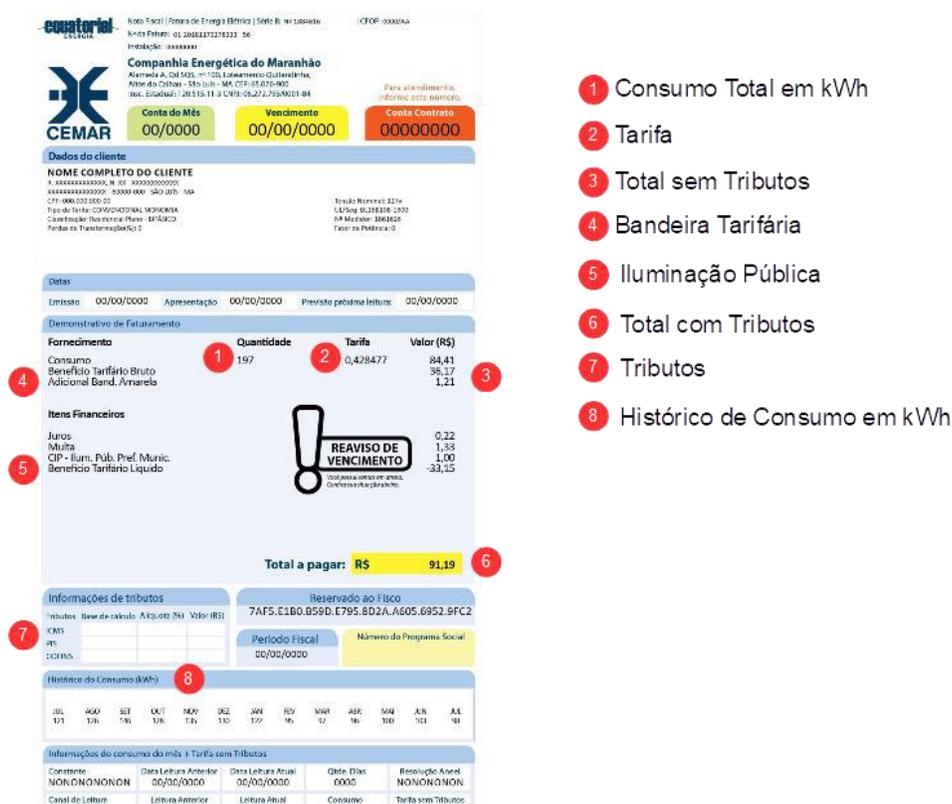
governos estaduais e do Distrito Federal, causando uma variação em cada estado. O referido imposto incide sobre as operações relativas à circulação de mercadorias e serviços. A concessionária de energia realiza sua cobrança e repassa, integralmente, ao Governo Estadual.

A contribuição de iluminação pública (CIP) é estabelecida pelas prefeituras para custeio de serviços de projeto, implantação, expansão, operação e manutenção das instalações de iluminação das vias públicas municipais. Assim, a distribuidora tem o dever de repassar a taxa de iluminação pública ao município.

2.11 Dados Importantes para a Conta do Consumidor

Para a realização dos cálculos na aplicação proposta, foi necessário extrair alguns dados da conta de um consumidor de baixa tensão. Através da Figura 2.6, é possível identificar o consumo total, a tarifa, a bandeira, a iluminação pública e os tributos referentes ao mês regente.

Figura 2.6 - Conta da Concessionária Detalhada



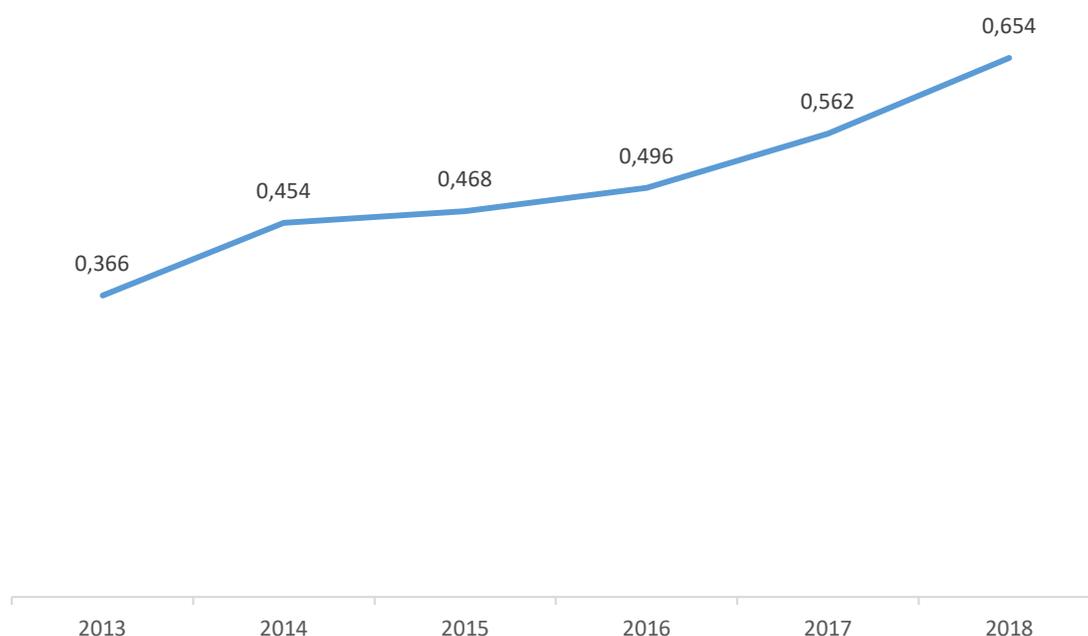
Fonte: Elaborado pelo autor a partir do site da Cemar (2019)

2.12 Evolução Tarifária nos Últimos Anos

Nos últimos anos, o consumidor tem atentado mais com os gastos com a conta de energia. Segundo a ANEEL (2010), a tarifa de energia dos consumidores residenciais sofreu aumento acumulado médio de 62% entre 2013 a 2018. Ao calcular os índices de variação tarifária, a Agência considera a variação de custos que a concessionária de energia teve no decorrer do período de referência. Ainda, é pertinente ressaltar que nas tarifas de energia estabelecidas pela mesma não estão inclusos tributos e encargos sociais.

Entre os anos de 2013 a 2018 é possível observar o aumento contínuo na tarifa exercida pela CEMAR, conforme demonstra Gráfico 2.3.

Gráfico 2.3 - Evolução Tarifária nos Últimos 5 anos



Fonte: Elaborado pelo autor a partir do site da Cemar (2019)

Assim, a partir dos dados ilustrados pode-se afirmar que o consumidor busca, cada vez mais, medidas para reduzir seu consumo de energia elétrica, seja utilizando a microgeração, a automação residencial ou até mesmo substituindo os equipamentos menos eficientes, conforme detalhado nas seções anteriores.

2.13 Síntese do Capítulo

Neste capítulo foram analisados os aspectos técnicos do gerenciamento de energia. Assim, percebe-se um engajamento do Governo Federal em conjunto com as concessionárias de energia em aumentar as medidas que otimizem o consumo de energia elétrica. É nítida a importância da preocupação com o consumo de energia, sendo esta a perspectiva em que se fundamentou este trabalho.

As iniciativas que visam a conscientização da população sobre o tema devem ser levadas a diante para que o consumidor seja esclarecido sobre o assunto e tenha fácil acesso as medidas mais eficazes no uso da energia elétrica.

A estrutura técnica da aplicação proposta será exposta no capítulo 3, para que haja maior entendimento do desenvolvimento do mesmo.

3 ESTRUTURA TÉCNICA DO APLICATIVO OPTIMUM

No capítulo anterior foi proposto ao leitor uma visão geral do tema eficiência energética no Brasil. O presente capítulo visa abordar aspectos técnicos e implementações para o desenvolvimento do aplicativo proposto neste trabalho.

Neste momento, serão detalhados temas como sistema operacional Android, o modelo conceitual e lógico de banco de dados e a implementação com a finalidade de detalhar ao leitor os aspectos técnicos da aplicação.

3.1 Android

Android é um sistema operacional para dispositivos móveis baseado em Linux, desenvolvido inicialmente pela Open Handset Alliance, liderada pela Google Inc. (ANDROID, 2014)

A supremacia deste sistema operacional no mercado é explicada pelas parcerias feitas pela Google com os fabricantes de dispositivos móveis e, também, pelo fato do sistema ser de código aberto. Sabendo disto, esta foi a plataforma escolhida para desenvolver o presente aplicativo.

Um dos principais objetivos dessa plataforma é ser moderna e flexível, a fim de possibilitar o desenvolvimento de aplicativos de forma rápida, além de possibilitar a personalização das aplicações e componentes do seu sistema operacional. (LECHETA, 2009)

3.2 Banco de Dados

Segundo DATE (2004, p. 10), “Um banco de dados é uma coleção de dados persistentes, usada pelos sistemas de aplicação de uma determinada empresa”. Assim, pode-se dizer que um banco de dados é um local onde os dados necessários são armazenados para manutenção das atividades.

Os objetivos de um sistema de banco de dados são o de isolar o usuário dos detalhes internos do banco de dados e promover a independência dos dados em relação às aplicações, ou seja, tornar independente da aplicação, a estratégia de acesso e a forma de armazenamento.

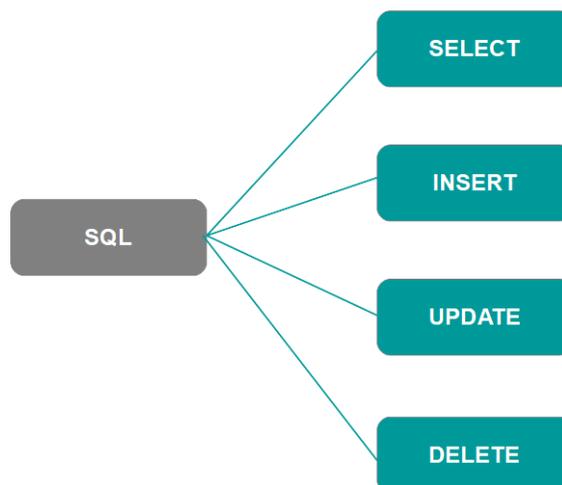
As principais vantagens do banco de dados são:

- a. Centralização dos dados: pelo fato de os dados estarem centralizados em um único local, isto garante maior controle;
- b. Redução do espaço de armazenamento: principalmente em aplicações *mobile*, o tamanho do aplicativo faz grande diferença. Em relação ao banco de dados, as informações estão armazenadas somente em um local;
- c. Facilidade de acesso: para fazer uma recuperação dos dados, é necessário apenas executar uma query a qual irá retornar os dados buscados ou, então, uma informação nula. Isto aumenta o desempenho e integridade da aplicação.

3.2.1 Padrão SQL

A Linguagem de Consulta Estruturada ou *Structured Query Language* (SQL), utilizada no mercado para manipulação e consulta de banco de dados, foi criada pela *IBM Research*, no início nos anos 70 para a criação de um sistema de banco de dados chamado System R (DATE, 2004 P.71). Alguns prefixos das operações disponíveis para operar um banco de dados são o comando *select*, do inglês selecionar, *insert* para inserção, *delete* para deletar e *update* para atualizar, conforme a Figura 3.1.

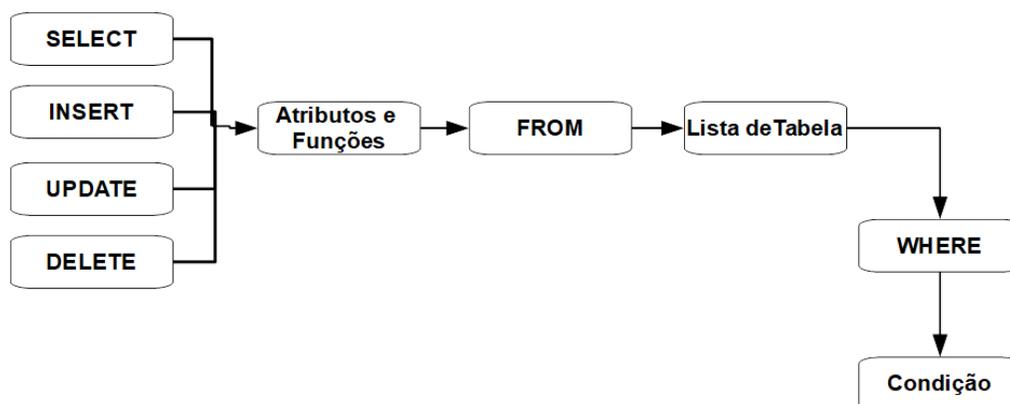
Figura 3.1 - Prefixos da Linguagem SQL



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

A estrutura básica de uma consulta é ilustrada por meio da Figura 3.2.

Figura 3.2 - Modelo de Sintaxe de um Comando SQL



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

É importante observar que a instrução deve seguir essa ordem, tendo como obrigatoriedade os comandos principais e *from* (a partir de onde), a qual possui a finalidade de especificar em qual tabela os dados desejados se encontram.

A partir do comando *from*, o operador basicamente seleciona a tabela na qual ele deseja realizar o comando. Pode-se afirmar que o comando *where* (onde) funciona semelhante a um filtro de dados, em que o operador determina a condição a ser realizada para que o comando execute a série de dados de uma determinada tabela. Por exemplo, no presente trabalho uma das operações realizadas foi,

*Select * from listacomodos where id = 1*

3.2.2 Chave primária

A chave primária identifica cada registro, de maneira única, em uma tabela do banco de dados. Na Tabela 3.1 é realizada a demonstração de chaves primarias em um modelo lógico de banco de dados, em que a coluna ‘*id*’ corresponde à chave primária.

Tabela 3.1 - Chave Primária

Id	Aparelho
1	Televisor
2	Refrigerador

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Para a utilização de chaves primária são necessários alguns cuidados, dentre os quais esta não pode ser nula, repetida e sua ordem deve ser crescente.

3.2.3 Chave estrangeira

A chave estrangeira representa uma coluna que referencia a chave primária de outra tabela. Este é um mecanismo utilizado em sistemas de banco de dados para implementar relacionamentos entre tabelas, conforme demonstrado na Tabela 3.2, na qual o campo ‘*id Equipamento*’ refere-se ao id da Tabela 3.1.

Tabela 3.2 - Chave Estrangeira

Id	Id_equipamento	TipoAparelho
1	1	LED
2	1	LCD
3	2	Frost Free

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

3.3 Ambiente de Desenvolvimento

O aplicativo foi desenvolvido em notebook pessoal, com as seguintes configurações:

- a) Intel® Core (TM) i5-4210U CPU @ 1.7GHz;
- b) Memória RAM: 8 GB;
- c) Tipo de sistema operacional: 64 bits;
- d) Sistema operacional: Windows 10;
- e) Linguagem de programação: C Sharp;
- f) Sistema operacional alvo: Android;
- g) Banco de dados: SQLite v3.5.1

3.4 Softwares Usados

- a) Visual Studio 2019 – Xamarin Android;
- b) SQLite Administrator – ferramenta para criar, desenhar e administrar banco de dados SQLite.

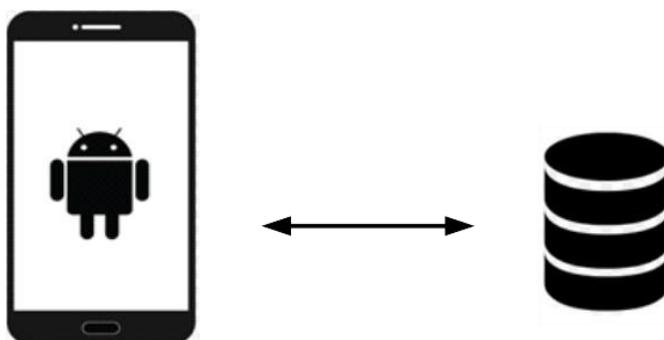
3.5 Estrutura do Aplicativo

O aplicativo foi projetado para ter uma estrutura simples utilizando a linguagem C#, uma linguagem de programação orientada a objetos e, também, um banco de dados local em SQLite.

Para evitar o desperdício de tempo implementando funções e rotinas de alta complexidade, utilizou-se bibliotecas disponíveis no NuGet do Visual Studio.

A Figura 3.3 ilustra o funcionamento do aplicativo em um dispositivo *mobile* com sistema operacional Android onde, através de queries a aplicação, faz consultas ao banco de dados e o mesmo retorna as informações requisitadas.

Figura 3.3 - Modelo de Comunicação entre Aparelho e Banco de dados.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

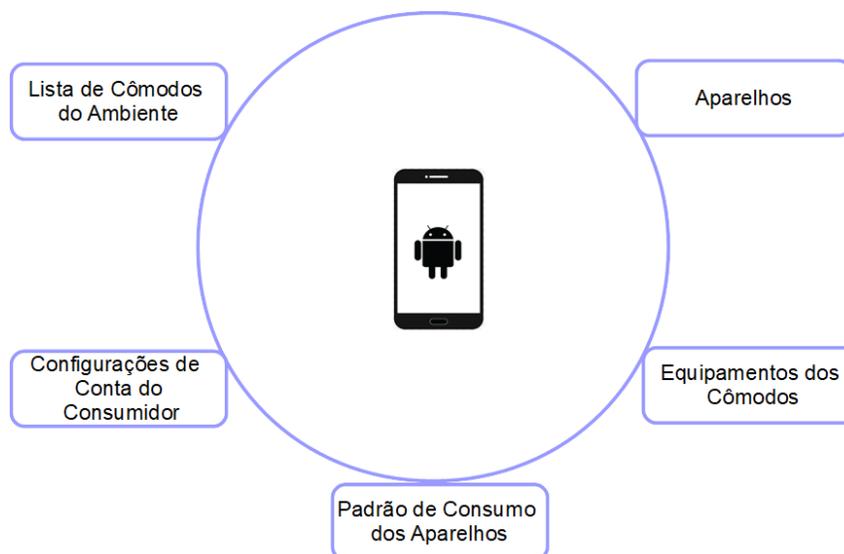
3.6 Estruturação e Modelagem do Banco de Dados

Nesta seção será explicada a estruturação e modelagem do banco de dados utilizado para salvar todos os dados inseridos pelo usuário e padronizados. O referido banco de dados possibilita ao usuário utilizar o aplicativo *off-line* pois este se encontra armazenado em uma pasta interna da própria aplicação. Acredita-se que o acesso *off-line* do aplicativo ao banco de dados aumenta a confiabilidade e desempenho da aplicação sem a necessidade estar conectado à internet.

3.6.1 Estruturação do Banco de Dados

O banco de dados foi estruturado em 5 tabelas, conforme ilustra a Figura 3.4.

Figura 3.4 - Estruturação do Banco de Dados



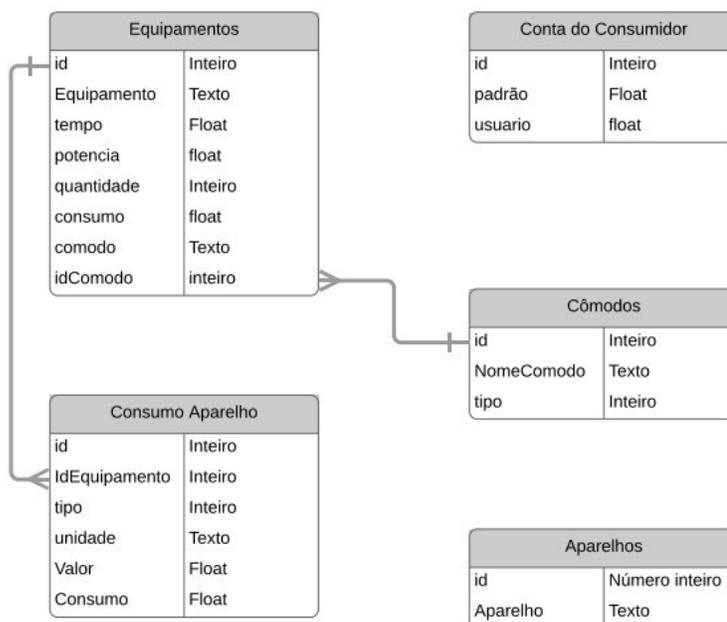
Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

A tabela ‘lista de cômodos’ contém todos os cômodos existentes no ambiente, incluindo aqueles adicionados pelo usuário. A ‘tabela de aparelhos’ contém a lista de equipamentos que o usuário poderá escolher para inserir. Na tabela de ‘configurações de conta do consumidor’ estão contidas as configurações de sua conta. A ‘tabela de padrão de consumo dos aparelhos’ contém os consumos padronizados dos equipamentos e a ‘equipamentos dos cômodos’, os equipamentos inseridos pelo usuário.

3.6.2 Diagrama de Entidades de Relacionamento

O diagrama relacional do banco de dados, Figura 3.5, foi projetado utilizando a ferramenta online *LucidChat*.

Figura 3.5 - Diagrama de Entidades de Relacionamento



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Como é possível observar na Figura 3.5 somente três tabelas possuem relacionamento entre si: a tabela de equipamentos, a do consumo e a de cômodos. O relacionamento entre equipamentos e cômodos pode ser chamado de “1 para n”, ou seja, existe 1 cômodo para ‘n’ equipamentos.

3.6.3 Modelagem do Banco de Dados

Nesta seção, serão detalhadas as tabelas que compõem o banco de dados da aplicação.

3.6.3.1 Tabela de Configuração da Conta do Consumidor

A tabela de configuração da conta do consumidor foi modelada para armazenar as informações relativas a conta do consumidor. O nome utilizado para identificação da tabela foi *consumidorConfigtb*. A mesma não possui nenhum relacionamento com as outras tabelas, como é possível visualizar na tabela abaixo.

Tabela 3.3 - Campos da Tabela *consumidorConfigtb*

Nome do Campo	Tipo de Dado	Descrição
Id	Inteiro	Identificador do item da tabela
Padrão	Float	Valor padrão
Usuário	Float	Valor inserido pelo usuário.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

O campo ‘padrão’ se refere à padronização dos dados da tabela e o campo ‘usuário’, o local onde será armazenada a informação inserida pelo usuário, o qual inicialmente é zero. Ao interagir com as telas que utilizam os dados do consumidor, é feita uma verificação para determinar se o valor do campo usuário é diferente de zero. Em caso positivo, o aplicativo extrai o dado alterado. Inversamente, utiliza-se o valor padrão. A Figura 3.6 ilustra a lógica de programação feita para este caso através de um diagrama de blocos para obtenção dos dados.

Figura 3.6 - Diagrama de Blocos para Tomada de Decisão



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Utilizando o site da Companhia Energética do Maranhão (Cemar), extraiu-se a tarifa da tabela para consumidores de baixa tensão residenciais, considerando a tarifa convencional, como pode-se observar na Tabela 3.4.

Tabela 3.4 - Tarifa para Consumidores de Baixa Tensão

Baixa Tensão				
CLASSE	TARIFA CONVENCIONAL (R\$/kWh)	TARIFA BRANCA (R\$/kWh)		
		Horário Ponta	Horário Intermediário	Horário Fora Ponta
RESIDENCIAL NORMAL				
RESIDENCIAL	0,65602	1,4027	0,88357	0,52894

Fonte: Elaborado pelo autor com os dados extraídos do site da Cemar (2019)

O consumo médio dos 3 meses foi retirado do histórico de consumo de uma conta residencial referente ao mês de janeiro, com os típicos aparelhos instalados em uma residência comum. Os valores utilizados se encontram na Tabela 3.5.

Tabela 3.5 - Consumo Médio Mensal nos Últimos Três Meses

Mês	Consumo do mês (kWh)
1	476
2	578
3	522

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Para calcular o consumo médio dos três últimos meses, realizou-se o cálculo da média aritmética, conforme a equação abaixo.

$$\text{Consumo médio} = \frac{476 + 578 + 522}{3} = 525,33 \text{ (kWh)} \quad (6)$$

A taxa de iluminação pública também foi retirada desta mesma conta, cujo valor utilizado foi de R\$ 18,07.

3.6.3.2 Tabela de Cômodos

A tabela de cômodos, nomeada de *listacomodostb*, foi modelada para armazenar os cômodos usualmente encontrados em uma residência e, também, os que o usuário quiser adicionar. Seus campos estão listados tabela abaixo.

Tabela 3.6 - Campos da Tabela *listacomodostb*

Nome do Campo	Tipo de Dado	Descrição
Id	Inteiro	Identificador do item da tabela
NomeComodo	Texto	Nome do cômodo
Tipo	Inteiro	Identificação do valor padrão do aplicativo

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Foi utilizada a seguinte lista de cômodos pré-definidos como base nesta tabela:

- a) Cozinha
- b) Banheiro
- c) Sala
- d) Quarto 1
- e) Lavanderia

Ao reiniciar o aplicativo, todos os cômodos inseridos pelo usuário serão deletados, restando somente aqueles pré-definidos. Assim, foi criado um campo identificador, chamado na tabela como ‘tipo’, para classificar as informações inseridas pelo usuário.

Para evitar que o usuário insira mais de um cômodo com o mesmo nome, foi desenvolvida uma lógica que verifica a existência do mesmo na tabela. Acredita-se que esta medida impede a sobrecarga de informações desnecessárias no banco de dados, preservando assim o processamento da aplicação.

3.6.3.3 Tabela de Aparelhos

A tabela de aparelhos, cujo nome utilizado para identificação foi *aparelhostb*, possui a lista de aparelhos com maior consumo de energia. Esta possui relacionamento com a tabela *consumoEquipamentotb* a qual identifica o consumo de energia de cada aparelho contido nesta tabela, como disponibilizado pela PROCEL. (PROCEL,2015) Os campos da tabela discutida nesta seção serão detalhados na Tabela 3.7.

Tabela 3.7 - Campos da Tabela *aparelhostb*

Nome do Campo	Tipo de Dado	Descrição
Id	Inteiro	Identificador do item da tabela
Aparelho	Texto	Nome do aparelho

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Na Tabela 3.8 foram listados os aparelhos inseridos na tabela discutida nesta seção.

Tabela 3.8 - Lista de Aparelhos

(continua)

Id	Aparelho
1	Geladeira
2	Televisor
3	Freezer
4	Condicionador de ar
5	Ventilador
6	Iluminação
7	Aquecedor
8	Ferro Elétrico

Tabela 3.9 - Lista de Aparelhos

(conclusão)

Id	Aparelho
9	Lavadora de roupa
10	Secadora de Roupa
11	Exaustor
12	Micro-ondas
13	Lavadora de louca
14	Torneira Elétrica
15	Bomba d'agua
16	Chuveiro Elétrico
17	Frigobar

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

3.6.3.4 Tabela de Equipamentos Adicionados

A tabela *equipamentoComodo*tb armazena os equipamentos adicionados pelo usuário. Esta, por definição, se inicia vazia. A descrição de seus campos está listada na tabela abaixo.

Tabela 3.10 - Campos da Tabela *equipamentoComodo*tb

(continua)

Nome do Campo	Tipo de Dado	Descrição
Id	Inteiro	Identificador do item da tabela
Cômodo	Texto	Nome do cômodo onde o equipamento se encontra
Equipamento	Texto	Nome do aparelho
Tempo	Float	Tempo de utilização do aparelho

Tabela 3.11 - Campos da Tabela *equipamentoComodo*tb

(conclusão)

Nome do Campo	Tipo de Dado	Descrição
Potência	Float	Potência do aparelho
Quantidade	Inteiro	Quantidade do aparelho
Período	Inteiro	Dias de utilização do aparelho
Consumo	Float	Consumo do aparelho
Custo	Float	Custo do aparelho

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Quando o usuário selecionar seu aparelho, o aplicativo buscará na tabela através da chave estrangeira o quanto este consome para realizar o cálculo de consumo de energia de acordo com o tempo de utilização e o período. Segue o cálculo realizado abaixo.

$$\text{Consumo real} = \text{Consumo médio}(tb) * \text{dias}(\text{usuário}) * \text{horas}(\text{usuário}) \quad (7)$$

Caso o usuário prefira inserir a potência e não utilizar o consumo pré-estabelecido o cálculo é feito através da equação abaixo.

$$\text{Consumo} = \frac{\text{Potência (W)} * \text{horas} * \text{dias}}{1000} \quad (8)$$

Vale ressaltar que este cálculo pode não resultar no mesmo valor de consumo encontrado na respectiva tabela pois alguns aparelhos como condicionadores de ar, refrigeradores, entre outros ligam e desligam periodicamente.

3.6.3.5 Tabela de Consumo dos Aparelhos

A tabela, neste trabalho chamada de *consumoEquipamento*tb, contém o consumo de cada aparelho existente na tabela *aparelho*tb. Cada equipamento é identificado através da chave estrangeira *idEquipamento*.

Tabela 3.12 - Campos da Tabela *consumoEquipamento*

Nome do Campo	Tipo de Dado	Descrição
Id	Inteiro	Identificador do item da tabela
IdEquipamento	Inteiro	Chave estrangeira
Tipo	Texto	Classifica o aparelho
Unidade	Texto	Indica a unidade do tipo de aparelho
Valor	Numérico	Indica o valor
Consumo	Float	Consumo médio do aparelho

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Para o cálculo do consumo de cada aparelho foi utilizada a tabela disponibilizada pelo PROCEL. Porém, não foram utilizados aparelhos com baixo consumo de energia, como aparelho de blu-ray, aparelho DVD, aparelho de som, etc. e foram mantidos aqueles cujo consumo é alto. A tabela abaixo contém alguns dados extraídos do site do PROCEL.

Tabela 3.13 - Consumo Médio dos Aparelhos

(continua)

Aparelhos Elétricos	Dias estimados uso/mês	Média Utilização/Dia	Consumo Médio Mensal (kWh)
Aquecedor de ambiente	15	8 h	193,44
Ar-condicionado tipo janela menor ou igual a 9.000 BTU/h	30	8 h	128,80

Tabela 3.14 - Consumo Médio dos Aparelhos

(conclusão)

Aparelhos Elétricos	Dias estimados uso/mês	Média Utilização/Dia	Consumo Médio Mensal (kWh)
Ar-condicionado tipo janela de 9.001 a 14.000 BTU/h	30	8 h	181,60
Ar-condicionado tipo janela maior que 14.000 BTU/h	30	8 h	374,00
Ar-condicionado tipo split menor ou igual a 10.000 BTU/h	30	8 h	142,28
Ar-condicionado tipo split de 10.001 a 15.000 BTU/h	30	8 h	193,76
Ar-condicionado tipo split de 15.001 a 20.000 BTU/h	30	8 h	293,68

Fonte: Elaborado pelo autor com base na tabela PROCEL (2019)

Para inserir o consumo médio que será definitivamente utilizado pelo aplicativo, foi feito um cálculo com base nesta tabela para identificar qual o consumo de cada equipamento em 1 dia por 1 hora, já que a estimativa do consumo foi feita para diferentes datas e horas, seguindo um padrão de utilização, como mostra a formula abaixo.

$$\text{Consumo médio calc} = \frac{\text{Consumo medio}^1}{\text{dias estimados}^1 * \text{media utilização}^1} \quad (9)$$

Exemplificando, um condicionador de ar do tipo janela de até 9000 BTU's possui consumo calculado, conforme ilustrado através da equação abaixo.

¹ Tabela PROCEL

$$\text{Consumo médio calc} = \frac{128,8}{30 * 8} = 0,536 \quad (10)$$

Assim, o consumo efetivo utilizado pelo aplicativo é 0,536 kWh para o referido equipamento em 1 hora e 1 dia.

3.7 Implementação

É necessário frisar que todos os valores de consumo de energia e custo são estimados pois existe uma série de fatores que podem influenciar nos cálculos que o usuário não possui conhecimento, tais como: instalação elétrica, tempo de utilização, manutenção do aparelho, etc.

O referido projeto visa uma aplicação Android eficiente, de fácil utilização, intuitivo, confiável e com bom desempenho. Acredita-se que não existe a necessidade de desenvolvimento de tela de login para a aplicação proposta, pois não são requeridos dados pessoais do usuário.

O desenvolvimento total do aplicativo durou aproximadamente 5 meses, em que primeiro estudou-se as plataformas mais viáveis para tal finalidade. Nas próximas seções serão detalhadas com profundidade os componentes do aplicativo e cada decisão tomada.

3.7.1 Interface Gráfica

O aplicativo foi desenvolvido utilizando apenas uma *Activity*² onde a cada interação do usuário com os botões da barra de navegação, substitui-se uma tela de exibição.

A aplicação possui uma tela de início, usualmente chama de *Splash Screen*³, desenvolvida para indicar a identidade visual do aplicativo. O desenho gráfico foi escolhido para associar ambiente residencial ao programa de eficiência energética, como é ilustrado na Figura 3.7.

² Atividade

³ Tela de abertura

Figura 3.7 - Tela de Início do Aplicativo Optimum



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Normalmente, um aplicativo Android leva um tempo para ser inicializado, principalmente quando é executado pela primeira vez, processo conhecido como inicialização a frio. (Microsoft, 2015) Assim que o tempo de inicialização é concluído, o sistema operacional direciona a aplicação para os primeiros aspectos visuais, como é possível constatar na Figura 3.8.

Figura 3.8 - Interface Gráfica do Aplicativo Optimum



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Localizada no topo da tela, a barra de ferramenta, do inglês *toolbar*, possui a finalidade de informar ao usuário em qual página do aplicativo ele se encontra. A cada interação do usuário com a barra de navegação altera-se o texto contido na barra de ferramenta e o conteúdo apresentado na área aqui chamada de ‘telas’, das quais tem-se:

- a) Home: gerenciamento do consumo dos equipamentos inseridos pelo usuário;
- b) Cômodos: listagem de cômodos existentes no ambiente;
- c) Equipamentos: listagem dos equipamentos inseridos pelo usuário, contendo informações como consumo, tempo e período de utilização;
- d) Mais informações: configurações da conta de energia do usuário (valor do kWh, consumo médio dos 3 últimos meses e iluminação pública, bandeira tarifária), suporte ao usuário.

3.7.1.1 Tela Home

A tela home foi desenvolvida para que o usuário possa estimar o custo dos seus equipamentos instalados, como é possível constatar na Figura 3.9.

Figura 3.9 - Tela Home



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

A tela home é composta pela lista de equipamentos instalados, o custo total somente com a tarifação, a contribuição com iluminação pública, o total a ser pago e um botão para gerar uma análise completa dos gastos relacionados aos equipamentos. A Figura 3.10 ilustra como ficaria a tela home com um equipamento simulado.

Figura 3.10 - Tela home com equipamento simulado



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Quando o usuário insere um novo equipamento e retorna para a tela home, automaticamente esta atualiza a lista de equipamentos e os custos buscando no banco de dados as informações necessárias para criá-la.

3.7.1.2 Tela de Cômodos

Ao interagir com o botão 'Cômodos' da barra de navegação, o sistema operacional substituirá a tela anterior pela nova. Em sua parte superior encontra-se o botão onde o usuário poderá adicionar um cômodo inexistente à lista. A Figura 3.11 ilustra a o layout da referida tela.

Figura 3.11 - Interface gráfica da tela de cômodos.

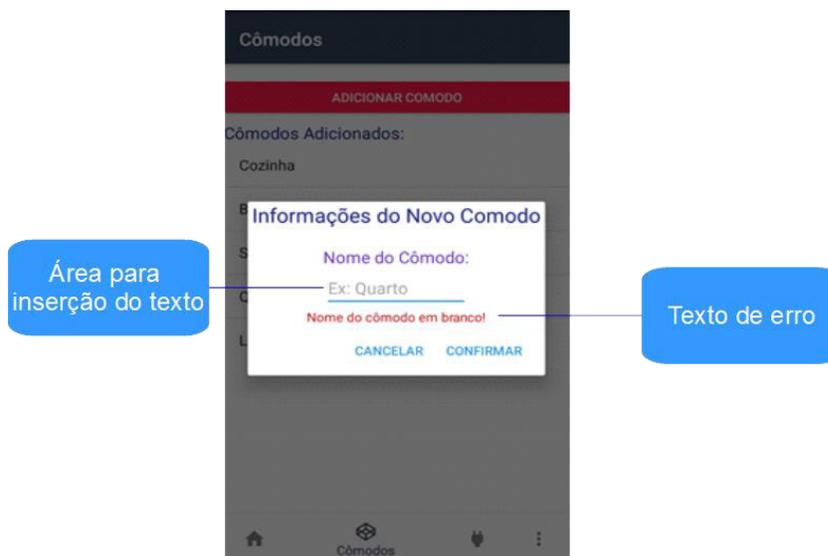


Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Ao clicar no botão um *Alert Dialog*⁴ é aberto para que seja possível escrever o novo cômodo, como é possível visualizar na Figura 3.12.

⁴ Diálogo de Alerta

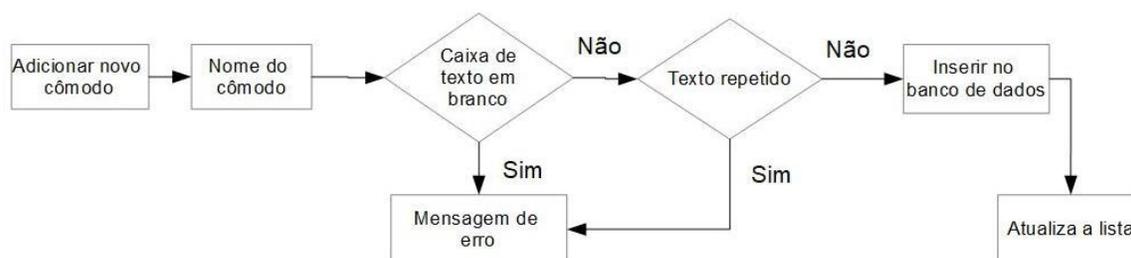
Figura 3.12 - Tela de inserção de novo cômodo



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

A Figura 3.13 ilustra do diagrama de blocos da lógica de programação para inserir um novo cômodo do ambiente.

Figura 3.13 - Lógica de programação para inserir novo cômodo



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

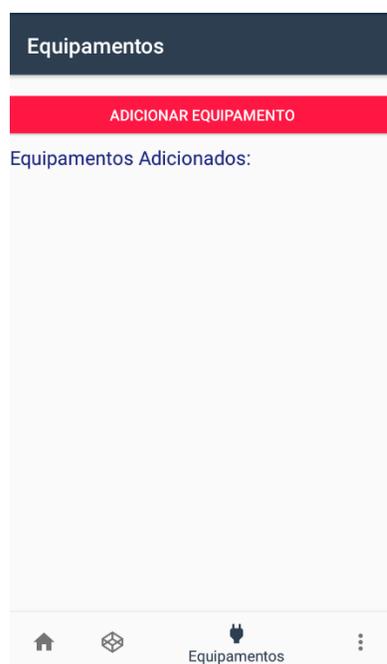
Caso caixa de texto esteja em branco, aparecerá uma mensagem de erro informando que o espaço se encontra em branco. Quando o usuário clica em ‘confirmar’, dois testes são feitos. O primeiro verifica se a caixa de texto está em branco e o outro a existência de repetição na lista. Acredita-se que o último teste impede a poluição do banco de dados com informações desnecessárias e que podem prejudicar o processamento do aplicativo. Ao concluir o processo, é

exibida ao usuário uma mensagem informando se foi concluído com êxito ou não e, em caso positivo, atualiza a lista de cômodos.

3.7.1.3 Tela de Equipamentos

Ao interagir com a barra de navegação clicando no botão de equipamentos, a tela anterior será substituída pela atual e o usuário verá a tela conforma a Figura 3.14.

Figura 3.14 - Tela de equipamentos



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Basicamente, a tela de equipamentos é similar à de cômodos, diferindo apenas na lista de equipamentos que se inicia em branco. Ao clicar no botão de adicionar novo cômodo uma nova atividade é iniciada para que o usuário possa configurar o equipamento de acordo com aquele existente em sua residência, conforme ilustrado na Figura 3.15.

Figura 3.15 - Tela para inserir novo equipamento

The screenshot shows a mobile application form titled "Adicionar Equipamento". The form contains the following elements:

- A dark header bar with the title "Adicionar Equipamento".
- A dropdown menu labeled "Selecione o cômodo:" with "Cozinha" selected.
- A dropdown menu labeled "Nome do Equipamento:" with "Aquecedor" selected.
- A text input field labeled "Quantidade:" with the value "1".
- A checkbox labeled "Inserir a potência do equipamento" which is currently unchecked.
- A text input field labeled "Tempo de utilização:" followed by "h".
- A red error message: "Tempo de Utilização em branco!".
- A text input field labeled "Período de Utilização:" followed by "dias".
- A red error message: "Período de Utilização em branco!".
- Two red buttons at the bottom: "CANCELAR" and "CONFIRMAR".

Three blue callout boxes with white text and lines pointing to specific form elements are present:

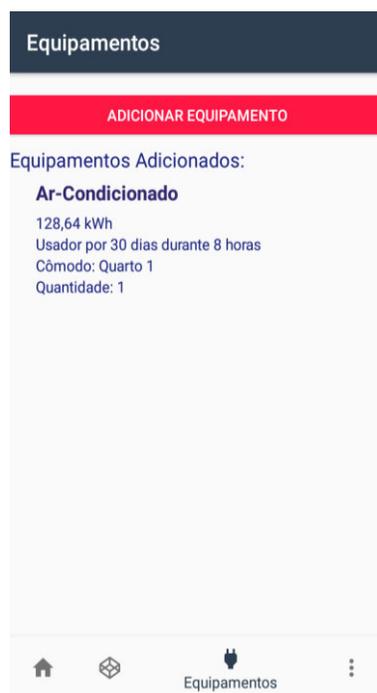
- "Custo sem imposto" points to the "Selecione o cômodo:" dropdown.
- "Selecionar equipamento" points to the "Nome do Equipamento:" dropdown.
- "Inserir manualmente a potência" points to the "Inserir a potência do equipamento" checkbox.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Nesta nova tela (Figura 3.15) o usuário poderá selecionar o cômodo através de um controle giratório contendo uma lista suspensa com os cômodos adicionados previamente. Na sequência, é possível selecionar os equipamentos através de outro controle giratório. A lista suspensa deste contém equipamentos padrão, conforme explanado na seção 3.6.3. Após selecionar o equipamento, o usuário poderá alterar a quantidade do mesmo aparelho, se desejar, inserir a potência manualmente, inserir o tempo e período médio de utilização.

É necessário observar que a aplicação somente insere o equipamento se, e somente se, todos os campos estiverem completos gerando um erro para que o usuário corrija o mesmo. Caso todos os dados estejam corretos, o programa insere as informações no banco de dados e gera uma mensagem confirmando a operação. A Figura 3.16 ilustra a simulação feita utilizando um ar-condicionado de 9.000 BTU's, utilizado por 30 dias durante 8 horas, aproximadamente.

Figura 3.16 - Aparelho adicionado a tela de equipamentos



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

3.7.1.4 Tela de Mais Opções

A 'tela de mais opções' é composta por duas seções. A primeira consiste na área de configuração da conta de energia do usuário. Nesta é possível alterar a tarifa de energia, o consumo médio dos últimos três meses, a contribuição de iluminação pública e a bandeira tarifária. A segunda seção é composta pelo suporte ao usuário, onde será possível deletar todos os dados do aplicativo, a tela de ajuda contendo os principais cálculos, dicas de consumo e a tela de informações sobre o aplicativo, como versão, informações sobre o desenvolvedor, os ícones e etc., como é possível observar na Figura 3.17.

Figura 3.17 - Tela de mais opções



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

A Figura 3.18 ilustra como é feita a alteração da tarifa de energia e da contribuição de iluminação pública.

Figura 3.18 - Tela para Alterar a Tarifa e Iluminação Pública



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Na sequência, ao clicar sobre o consumo médio, a tela abaixo será visualizada pelo usuário. Ao selecionar o *checkbox*⁵ o mesmo tem a possibilidade de calcular o consumo médio inserindo os valores nas três caixas de texto e clicando no botão para realizar a média aritmética, conforme a Figura 3.19,

Figura 3.19 - Tela de Alteração do Consumo Médio



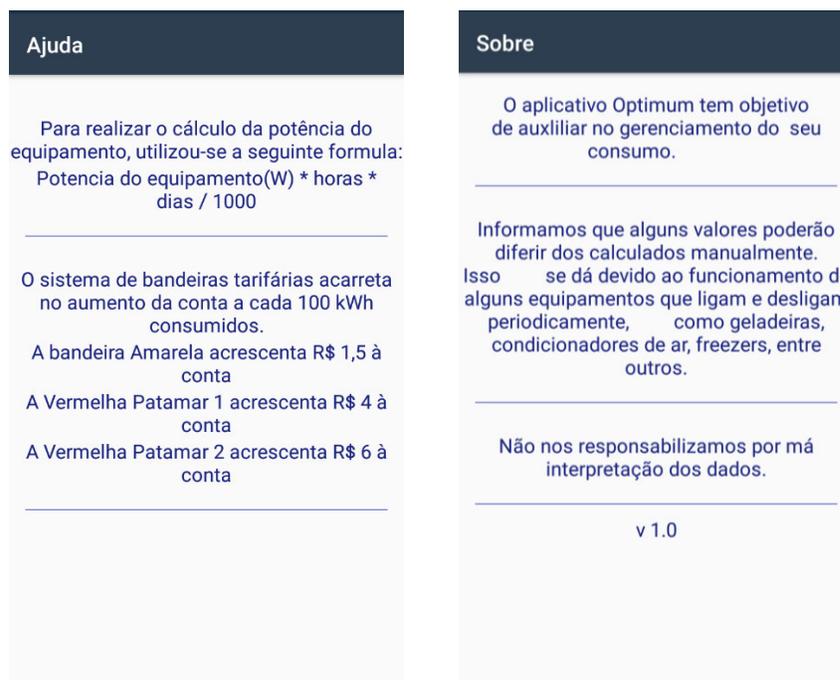
Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Caso o usuário queira alterar a bandeira tarifária regente, a Figura 3.20 ilustra a tela que será vista por ele.

Na área de suporte, o usuário pode reiniciar todos os dados inseridos anteriormente, acessar a tela de ajuda e sobre o aplicativo, conforme ilustrado na Figura 3.20 a e b.

⁵ Caixa de seleção

Figura 3.20 - Telas de Ajuda e Sobre



(a)

(b)

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

3.8 Síntese do Capítulo

Neste capítulo foram apresentados o equacionamento, metodologia e o desenvolvimento da aplicação. As técnicas utilizadas são de fácil implementação e possuem baixo esforço computacional. Acredita-se que o diferencial do trabalho apresentado nesta monografia seja a geração de arquivo PDF detalhando os gastos do consumidor. Outro diferencial refere-se ao banco de dados armazenado na memória interna do próprio aplicativo e, portanto, permite a utilização em modo *off-line*.

4 ANÁLISE DE CONSUMIDORES RESIDENCIAIS

Visando avaliar a confiabilidade do aplicativo Optimum, foram realizados testes em dois consumidores de baixa tensão. Foram extraídos dados da conta do consumidor disponibilizada pela concessionária de energia, a quantidade de cômodos e os equipamentos instalados. Contudo, algumas observações pertinentes devem ser feitas quanto aos consumidores utilizados para a simulação, do quais tem-se:

- a) Todos os consumidores estão localizados na cidade de São Luís - Maranhão;
- b) As contas de energia utilizadas foram disponibilizadas pela concessionária CEMAR;
- c) Foram utilizados aparelhos cujos consumos são mais impactantes na fatura;
- d) Em alguns momentos pode haver diferença entre o consumo calculado pela aplicação e o real, fato explicado pelos valores aproximados entre os inseridos pelo usuário, como o tempo e o período de utilização.

Ao finalizar a inserção dos dados da residência, o consumidor poderá gerar relatório contendo a análise detalhada de sua conta, em que serão detalhados o consumo, o custo mensal de cada cômodo, os tributos, a bandeira tarifária regente e etc.

O relatório divide-se em 4 partes: os dados do ambiente, da conta do usuário, os tributos aplicáveis e a relação de equipamentos adicionados. Na área contendo os dados do ambiente, o usuário poderá verificar a quantidade de cômodos, de equipamentos adicionados, o consumo total em kWh, os custos sem e com os tributos aplicáveis à conta. Nos dados da conta, é possível visualizar os dados disponibilizados pela concessionária, tais como tarifa, consumo médio, contribuição de iluminação pública e a bandeira tarifária. A seção de tributos contém o ICMS, o PIS e o Cofins utilizando as alíquotas de 20%, 1,4% e 6,49%, respectivamente. Logo em seguida o usuário poderá verificar os consumos de cada equipamento separados por cômodos e, assim, utilizar a informação adquirida da melhor forma possível. O modelo do relatório geral está ilustrado na Figura 4.1.

Figura 4.1 - Modelo do Relatório Geral

Relatório Geral

```

Dados do Ambiente
Quantidade de Cômodos
Quantidade de Equipamentos
Consumo
Custo sem Tributos
Custo com Tributos

Dados da Conta do Usuário
Tarifa
Consumo médios dos últimos 3 meses
Iluminação Publica
Bandeira Tarifária      => Acréscimo

Tributos
ICMS => Alíquota
PIS  => Alíquota
COFINS => Alíquota

Equipamentos adicionados

```

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

4.1 Consumidor 1 - Residencial Trifásico

O primeiro local utilizado para realizar a simulação foi um apartamento em condomínio fechado. Utilizando os dados informados pela concessionária CEMAR, criou-se a Tabela 4.1 para melhor visualização dos dados úteis para a análise.

Tabela 4.1 - Conta de Energia Consumidor 1

Classificação	Residencial Pleno
Tensão Nominal	220 V – Trifásico
Classificação	Residencial Pleno
Tarifa	R\$ 0,656
Consumo (kWh)	358
Bandeira Tarifária	Amarela
Iluminação Pública	R\$ 16,68
Consumo Médio dos Últimos 3 meses (kWh)	280,33
Total Pago	R\$ 340,10

Fonte: Elaborado pelo autor com base na fatura da concessionária CEMAR (2019)

No mês regente, a conta de energia sofreu um acréscimo de R\$ 1,5 a cada 100 kWh consumidos, fato causado pela bandeira tarifária amarela. O consumo médio dos últimos três meses foi encontrado utilizando a equação 4. Na Tabela 4.2 detalha-se a potência instalada do consumidor discutido nesta seção.

Tabela 4.2 - Detalhamento da Potência Instalada – Consumidor 1

(continua)

Cômodo	Equipamento	Quantidade	Tempo de Utilização (horas / dia)	Período de Utilização (dias)	Consumo (kWh / mês)
Cozinha	Geladeira Frost Free 2 Portas	1	24	30	42
	Lâmpada LED	1	8	30	1,92
	Microondas	1	0,25	15	5,4375

Tabela 4.2 - Detalhamento da Potência Instalada – Consumidor 1

(conclusão)

Cômodo	Equipamento	Quantidade	Tempo de Utilização (horas / dia)	Período de Utilização (dias)	Consumo (kWh / mês)
Área de Serviço	Máquina de Lavar Roupa	1	5	12	0,0222
Sala de jantar / estar	Televisão	1	1	15	1,05
	Lâmpada LED	1	5	30	1,2
	Lâmpada LED	8	2	30	0,48
	Condicionador de Ar Split 18.000 BTU's	1	5	15	10,68
Banheiro 1	Lâmpada LED	1	5	30	1,2
	Chuveiro Elétrico	1	1	15	112,5
Quarto 1	Condicionador de Ar Split 12.000 BTU's	1	10	30	22,8
	Lâmpada LED	1	8	30	1,92
	Televisão	1	10	30	33
Quarto 2	Lâmpada LED	1	2	30	0,48

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

A partir da potência instalada e da conta de energia, foram adicionados os equipamentos da Tabela 4.2 no aplicativo e, logo após foi gerado o relatório, conforme é possível verificar na Figura 4.2. Observa-se uma diferença de 132 kWh entre o consumo total da conta de energia do consumidor 1 e o relatório gerado, a qual é explicada pelos valores aproximados da quantidade de horas e dias de utilização e, bem como, pelo fato do consumo médio mensal dos aparelhos no aplicativo ser estimado.

Figura 4.2 - Informações Gerais do Relatório - Consumidor 1

Relatório Geral

Dados do Ambiente

Quantidade de Cômodos: 7

Quantidade de Equipamentos: 22

Consumo: 490,84 kWh

Custo sem Tributos: R\$ 321,99

Custo com Tributos: R\$ 435,87

Dados da Conta do Usuário

Tarifa: R\$ 0,66

Consumo médios dos últimos 3 meses: 280,33 kWh

Iluminação Pública: R\$ 16,68

Bandeira Tarifária: Amarela => Acréscimo: R\$ 1,5 a cada 100 kWh

Tributos

ICMS => Alíquota: 20% R\$ 64,40

PIS => Alíquota: 1,4% R\$ 4,54

COFINS => Alíquota: 6,49% R\$ 20,90

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

A relação dos equipamentos adicionados no aplicativo e seus consumos está ilustrada na Tabela 4.3. Através do relatório gerado é possível observar que o aparelho detentor do maior consumo é o ar condicionado localizado no Quarto 1, cujo custo mensal é de, aproximadamente, R\$ 158,82, representando 49% da conta do consumidor 1. É importante observar que neste cálculo não estão embutidos os tributos.

Ao se comparar o consumo médio dos últimos três meses com o calculado pelo aplicativo, observa-se uma diferença de 74%.

Tabela 4.3 - Equipamentos Adicionados - Consumidor 1

(continua)

Cozinha				
Quantidade	Equipamento	Uso Diário	Consumo Mensal	Custo Mensal
1	Geladeira	24 horas	56,88 kWh	R\$ 37,31
1	Forno Micro-ondas	0,25 horas	2,62 kWh	R\$ 1,72
1	Iluminação	8 horas	1,92 kWh	R\$ 1,26
Total: 3			Total: 61,42 kWh	Total: R\$ 40,29
Lavanderia				
Quantidade	Equipamento	Uso Diário	Consumo Mensal	Custo Mensal
1	Lavadora de Roupa	5 horas	3,48 kWh	R\$ 2,28
Total: 1			Total: 3,48 kWh	Total: R\$ 2,28
Sala				
Quantidade	Equipamento	Uso Diário	Consumo Mensal	Custo Mensal
1	Ar-Condicionado	5 horas	91,72 kWh	R\$ 60,17
1	Televisor	1 horas	3,05 kWh	R\$ 2,00
8	Iluminação	2 horas	2,40 kWh	R\$ 1,57
1	Iluminação	5 horas	1,20 kWh	R\$ 0,79
Total: 11			Total: 98,37 kWh	Total: R\$ 64,53
Banheiro				
Quantidade	Equipamento	Uso Diário	Consumo Mensal	Custo Mensal
1	Chuveiro Elétrico	0,25 horas	56,25 kWh	R\$ 36,90
1	Iluminação	5 horas	1,20 kWh	R\$ 0,79
Total: 2			Total: 57,45 kWh	Total: R\$ 37,69
Banheiro 2				
Quantidade	Equipamento	Uso Diário	Consumo Mensal	Custo Mensal
1	Iluminação	3 horas	0,72 kWh	R\$ 0,47
Total: 1			Total: 0,72 kWh	Total: R\$ 0,47
Quarto 1				
Quantidade	Equipamento	Uso Diário	Consumo Mensal	Custo Mensal
1	Ar-Condicionado	10 horas	242,10 kWh	R\$ 158,82

1	Televisor	10 horas	24,90 kWh	R\$ 16,33
1	Iluminação	8 horas	1,92 kWh	R\$ 1,26
Total: 3			Total: 268,92 kWh	Total: R\$ 176,41

Quarto 2

Tabela 4.3 - Equipamentos Adicionados - Consumidor 1

(conclusão)

Quantidade	Equipamento	Uso Diário	Consumo Mensal	Custo Mensal
1	Iluminação	2 horas	0,48 kWh	R\$ 0,31
Total: 1			Total: 0,48 kWh	Total: R\$ 0,31

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

A partir da análise do relatório, foi possível constatar uma diferença de

4.2 Consumidor 2 - Residencial Monofásico

O segundo consumidor utilizado foi uma residência monofásica. Através dos dados da conta de energia disponibilizada pela concessionária, foi elaborada a Tabela 4.4 para melhor visualização.

Tabela 4.4 - Conta de Energia Consumidor 2

Classificação	Residencial Pleno
Tensão Nominal	220 V – Monofásico
Tarifa	R\$ 0,656
Consumo (kWh)	587
Bandeira Tarifária	Amarela
Iluminação Pública	R\$ 25,56
Consumo Médio dos Últimos 3 meses (kWh)	534
Total da Conta	623,10

Fonte: Elaborado pelo autor com base na fatura da concessionária CEMAR (2019)

A partir da potência instalada no consumidor 2, elaborou-se a Tabela 4.5.

Tabela 4.5 - Detalhamento da Potência Instalada - Consumidor 2

(continua)

Cômodo	Equipamento	Quantidade	Tempo de Utilização (horas / dia)	Período de Utilização (dias)	Consumo (kWh / mês)
Área de Serviço	Lâmpada LED	1	3	30	0,54
	Máquina de Lavar Roupa	1	5	12	0,024
Lavabo	Lâmpada LED	1	2	30	0,36
Banheiro 2	Lâmpada LED	1	3	30	0,54
	Chuveiro Elétrico	1	0,25	30	33,75
Cozinha	Geladeira Frost Free 2 Portas	1	24	30	53
	Freezer Vertical	1	24	30	38,2
	Lâmpada LED	2	8	30	2,88
	Microondas	1	0,17	30	0,0699
Sala de jantar / estar	Televisão 50" LED	1	8	30	16,8
	Lâmpada LED	1	6	30	1,08
	Ventilador mesa	1	12	30	6,3
Banheiro 1	Lâmpada LED	1	3	30	0,54
	Chuveiro Elétrico	1	0,25	15	16,875
Quarto 1	Condicionador de Ar Split 9.000 BTU's	1	8	30	17,1
	Lâmpada LED	1	8	30	1,44
	Ventilador teto	1	12	30	6,3072
	Televisão 43" LED	1	9	30	18,9
Quarto 2	Lâmpada LED	1	8	30	1,44
	Condicionador de Ar Split 9.000 BTU's	1	8	30	17,1
	Ventilador teto	1	12	30	6,12
Quarto 3	Ventilador teto	1	6	30	3,24
	Lâmpada LED	1	5	30	0,9

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Após inserir os aparelhos na aplicação e gerar o relatório, obteve-se o resultado conforme ilustrado na Figura 4.3. Quando se leva em consideração o consumo total dos equipamentos, observa-se uma diferença de 13% entre o valor calculado e o da conta do usuário, assim, neste caso, o aplicativo sobrestimou o consumo. Entretanto, quando se toma por base a conta total da conta e o total a ser pago calculado pelo aplicativo, houve uma diferença de 8%, em que a aplicação subestimou o consumo.

Figura 4.3 - Informações Gerais do Relatório - Consumidor 2

Relatório Geral

Dados do Ambiente

Quantidade de Cômodos: 9
 Quantidade de Equipamentos: 24
 Consumo: 664,61 kWh
 Custo sem Tributos: R\$ 435,99
 Custo com Tributos: R\$ 575,69

Dados da Conta do Usuário

Tarifa: R\$ 0,66
 Consumo médios dos últimos 3 meses: 525,33 kWh
 Iluminação Pública: R\$ 18,07
 Bandeira Tarifária: Verde => Sem acrescimo.

Tributos

ICMS => Alíquota: 20% R\$ 87,20
 PIS => Alíquota: 1,4% R\$ 6,14
 COFINS => Alíquota: 6,49% R\$ 28,30

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

A relação dos equipamentos adicionados no aplicativo e seus consumos está ilustrada na Tabela 4.6. Através do relatório gerado é possível observar que dois aparelhos são detentores dos

maiores consumos, os condicionadores de ar localizado no Quarto 1 e 2, cujo custo mensal somado representa 42% do total da conta.

Tabela 4.6 - Relatório de Consumo - Consumidor 2

(continua)

Cozinha				
Quantidade	Equipamento	Uso Diário	Consumo Mensal	Custo Mensal
1	Geladeira	24 horas	56,88 kWh	R\$ 37,31
1	Freezer	24 horas	47,52 kWh	R\$ 31,17
1	Forno Micro-ondas	0,17 horas	3,56 kWh	R\$ 2,34
2	Iluminação	8 horas	2,88 kWh	R\$ 1,89
Total: 5			Total: 110,84 kWh	Total: R\$ 72,71
Lavanderia				
Quantidade	Equipamento	Uso Diário	Consumo Mensal	Custo Mensal
1	Lavadora de Roupa	5 horas	8,70 kWh	R\$ 5,71
1	Iluminação	3 horas	0,54 kWh	R\$ 0,35
Total: 2			Total: 9,24 kWh	Total: R\$ 6,06
Sala				
Quantidade	Equipamento	Uso Diário	Consumo Mensal	Custo Mensal
1	Televisor	8 horas	48,72 kWh	R\$ 31,96
1	Ventilador	12 horas	25,92 kWh	R\$ 17,00
1	Iluminação	6 horas	1,08 kWh	R\$ 0,71
Total: 3			Total: 75,72 kWh	Total: R\$ 49,67
Banheiro				
Quantidade	Equipamento	Uso Diário	Consumo Mensal	Custo Mensal
1	Chuveiro Elétrico	0,25 horas	33,75 kWh	R\$ 22,14
1	Iluminação	3 horas	0,54 kWh	R\$ 0,35
Total: 2			Total: 34,29 kWh	Total: R\$ 22,49
Banheiro 2				
Quantidade	Equipamento	Uso Diário	Consumo Mensal	Custo Mensal
1	Chuveiro Elétrico	0,25 horas	33,75 kWh	R\$ 22,14
1	Iluminação	3 horas	0,54 kWh	R\$ 0,35

Tabela 4.6 - Relatório de Consumo - Consumidor 2

(conclusão)

Total: 2			Total: 34,29 kWh	Total: R\$ 22,49
Lavabo				
Quantidade	Equipamento	Uso Diário	Consumo Mensal	Custo Mensal
1	Iluminação	2 horas	0,36 kWh	R\$ 0,24
Total: 1			Total: 0,36 kWh	Total: R\$ 0,24
Quarto 1				
Quantidade	Equipamento	Uso Diário	Consumo Mensal	Custo Mensal
1	Ar-Condicionado	8 horas	142,08 kWh	R\$ 93,20
1	Televisor	9 horas	54,81 kWh	R\$ 35,96
1	Ventilador	9 horas	19,71 kWh	R\$ 12,93
1	Iluminação	8 horas	1,44 kWh	R\$ 0,94
Total: 4			Total: 218,04 kWh	Total: R\$ 143,03
Quarto 2				
Quantidade	Equipamento	Uso Diário	Consumo Mensal	Custo Mensal
1	Ar-Condicionado	8 horas	142,08 kWh	R\$ 93,20
1	Ventilador	12 horas	26,28 kWh	R\$ 17,24
1	Iluminação	8 horas	1,44 kWh	R\$ 0,94
Total: 3			Total: 169,80 kWh	Total: R\$ 111,39
Quarto 3				
Quantidade	Equipamento	Uso Diário	Consumo Mensal	Custo Mensal
1	Ventilador	5 horas	10,95 kWh	R\$ 7,18
1	Iluminação	6 horas	1,08 kWh	R\$ 0,71
Total: 2			Total: 12,03 kWh	Total: R\$ 7,89

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

4.3 Síntese do Capítulo

A partir dos testes realizados ao longo deste capítulo foi possível comprovar o principal objetivo do aplicativo Optimum, qual seja uma ferramenta de gestão de gastos com energia elétrica que dá o suporte para que o consumidor possa tomar as decisões cabíveis para redução de sua conta de energia elétrica.

Para tanto, comprovou-se que a aplicação comprovou ser de fácil entendimento, com informações simples porém detalhadas para que o usuário possa obter o máximo entendimento quanto aos seus gastos mensais com os eletrodomésticos.

5 CONCLUSÕES

O primeiro e grande passo para racionalização do uso de energia elétrica, é a análise das contas de energia. Assim, o consumidor pode encontrar os principais aparelhos que influenciam negativamente no preço total pago mensalmente.

A aplicação proposta foi desenvolvida baseada na melhor forma de alocação dos custos levando em consideração a realidade regulatória nacional. O modelo apresentado pode e deve ser aprimorado, inserindo-se, por exemplo, os equipamentos com os melhores índices de eficiência energética aprovados pelo PBE auxiliando, também, na escolha do melhor aparelho quando o consumidor for substituí-lo.

Quando se refere ao relatório, este deve trazer dicas ao usuário de consumo mais eficiente e, também, a possível explicação para divergência nos dados calculados, levando ao consumidor cada vez mais o detalhamento do seu consumo.

É possível observar que o aplicativo proposto pode gerar um grande retorno social e financeiro para a sociedade visto que seus benefícios se aplicam ao gerenciamento do consumo de energia elétrica.

Ao final deste trabalho observa-se a importância do aprofundamento sobre a temática da eficiência energética, uma vez que o consumo consciente gera inúmeros benefícios para o consumidor.

REFERÊNCIAS

DATE, C. J.. **Introdução A Sistemas De Bancos De Dados**. 8. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004

Microsoft. **Splash Screen**. Disponível em: <<https://docs.microsoft.com/pt-br/xamarin/android/user-interface/splash-screen>>. Acesso em: 10 mai. 2019.

Procel Info. **O Programa**. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?TeamID=%7B921E566A-536B-4582-AEAF-7D6CD1DF1AFD%7D>>. Acesso em 05 jun. 2019.

Eletrobrás. **Dicas de Economia de Energia por Setor de Consumo**. 2016.

Eletrobrás. **Dicas Eletrobrás PROCEL – Residências e Condomínios**. Disponível em: <<http://www.procel.gov.br/services/DocumentManagement/FileDownload.EZTSvc.asp?DocumentID={367B9C63-5C2B-4686-9A4E-7108C08CF79F}&ServiceInstUID={46764F02-4164-4748-9A41-C8E7309F80E1}>>. Acesso em 05 jun. 2019.

Machado, F. N. J.. **Banco de Dados - Projeto e Implementação**. 3. ed. Editora Saraiva, 2018.

INEE. **A Eficiência Energética e o Novo Modelo do Setor Energético**. 2001.

ANEEL. **Programa de Eficiência Energética**. 2013. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/revista_pee_2013.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2019.

Cemar. **Entenda sua Conta de Energia**. Disponível em: <<http://www.cemar116.com.br/residencial/informacoes/entenda-sua-conta-de-energia>>. Acesso em 25 jun. 2019.

Conpet. **Eficiência Energética de Equipamentos.** 2012. Disponível em: <http://www.conpet.gov.br/portal/conpet/pt_br/conteudo-gerais/eficiencia-energetica-de-equipamentos.shtml>. Acesso em: 19 jun. 2019.

CEPEL. Guia para Eficiência Energética nas Edificações Públicas. Rio de Janeiro. 2015

Inmetro. **Etiqueta de Eficiência Energética.** Disponível em:<https://www2.inmetro.gov.br/pbe/a_etiqueta.php>. Acesso em 05 mai. 2019

ANEEL. **ANEEL aprova reajuste tarifário da CEMAR (MA) em reunião extraordinária.** Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/web/guest/sala-de-imprensa-exibicao-2/-/asset_publisher/zXQREz8EVIZ6/content/id/14578592>. Acesso em 10 jun. 2019.

LECHETA, Ricardo R. **Google Android - Aprenda a criar Aplicações: Para Dispositivos Móveis com o Android SDK.** NovateC Editora, 2009

Procel. **Dicas de Economia de Energia.** Disponível em: <<http://www.procel.gov.br/main.asp?View={E6BC2A5F-E787-48AF-B485-439862B17000}>>. Acesso em: 15 mai. 2019.

Procel **Info. Selo Procel.** Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?TeamID={88A19AD9-04C6-43FC-BA2E-99B27EF54632}>>. Acesso em: 15 mai. 2019.

Gesel. **A Conta De Energia Elétrica - Um Caso De Entendimento e De Comunicação.** Rio de Janeiro. 2019