



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

Câmpus de Ilha Solteira - SP

AMANDA DE BARROS CARPI

**APLICATIVO ANDROID PARA A ANÁLISE DA DEMANDA CONTRATADA DE
CONSUMIDORES A4**

**Ilha Solteira
2024**

AMANDA DE BARROS CARPI

**APLICATIVO ANDROID PARA A ANÁLISE DE RECONTRATAÇÃO DE
DEMANDA DE CONSUMIDORES A4**

Trabalho de graduação apresentado à
Faculdade de Engenharia do Câmpus de Ilha
Solteira - UNESP como parte dos requisitos
para obtenção do título de Engenheiro
Eletricista.

Prof. Dr. Carlos Antônio Alves

Orientador

Ilha Solteira
2024

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

C298a Carpi, Amanda de Barros.
Aplicativo android para a análise da demanda contratada de consumidores
A4 / Amanda de Barros Carpi. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2024
57 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Elétrica) -
Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2024

Orientador: Carlos Antônio Alves

Inclui bibliografia

1. Gestão de energia. 2. Recontratação de demanda. 3. Função custo. 4.
Aplicativo.


Amanda Sertori dos Santos

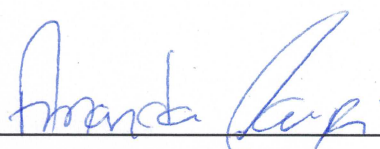
Bibliotecária - CRB/8-9061
Seção Técnica de Referência, Atendimento ao
Usuário e Documentação
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE GRADUAÇÃO

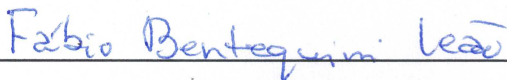
Aos dez dias do mês de janeiro do ano de dois mil e vinte e quatro, a discente **Amanda de Barros Carpi**, matriculada sob o RA 161052738 tendo como banca examinadora o seu orientador, o Prof. Dr. Carlos Antonio Alves, o Prof. Dr. Fábio Bertequini Leão e o Prof. Dr. Marcelo Augusto Assunção Sanches, apresentou o Trabalho de Graduação intitulado "Desenvolvimento de um aplicativo Android para a análise de demanda contratada de consumidores A4", obtendo a nota 100 (DEZ) e conceito APROVADO.



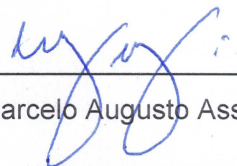
Prof. Dr. Carlos Antonio Alves
- Orientador -



Amanda de Barros Carpi
- Discente -



Prof. Dr. Fábio Bertequini Leão
- Membro da Banca -



Prof. Dr. Marcelo Augusto Assunção Sanches
- Membro da Banca -

DEDICO

A minha mãe Mara Inês que sempre me incentivou e possibilitou a minha faculdade se tornar um sonho possível.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por ser minha força para continuar e conseguir vencer todos os desafios.

À minha família, minha mãe, Mara, meu pai, Sérgio, meus irmãos, Andréia, Andressa e Anderson e ao meu querido Gabriel, por acreditarem em mim, e por todo o apoio e incentivo que me deram durante toda a minha faculdade.

Aos amigos do curso de Engenharia elétrica 2016/01, e as amigadas além, Ana Luíza, Ana Sá, Maria Tereza, Maria Júlia, Vitória, Pedro Campos, um agradecimento pelas companhias, aprendizados, e momentos inesquecíveis dessa jornada.

A todos os professores do Departamento de Engenharia Elétrica, especialmente ao Prof. Dr. Carlos Antônio Alves, muito obrigada pela orientação, aprendizado e paciência.

RESUMO

Os consumidores A4 fazem parte do enquadramento tarifário, Grupo A, sendo unidades consumidoras de alta e média tensão, onde realizam a contratação fixa de demanda de energia elétrica mensal. Para realizar uma gestão de energia eficiente, avaliando o histórico de consumo de cada consumidor A4 a partir dos dados contidos nas contas de energia elétrica, foi possível obter a demanda ideal, necessária para comparar e avaliar se o valor já contratado pelo consumidor está correto. Para facilitar o acesso dos consumidores a esta ferramenta, realizou-se o desenvolvimento de um aplicativo de celular que realiza a análise de demanda, calculando a demanda ótima a partir do histórico de demanda medido. Para o desenvolvimento do aplicativo utilizou-se das diretrizes do setor elétrico nacional e sua legislação, a função custo de demanda ótima, programação em Python, Framework Kivy e o Buildozer. Por ser um aplicativo grátis e de fácil instalação, pode ser usado por qualquer consumidor do Grupo A, subgrupo A4 que possua um smartphone, disponibilizando uma análise rápida e eficiente. A partir do valor apresentado após a análise (demanda ótima), é possível realizar uma primeira avaliação da recontração da demanda, evitando o pagamento de multas em caso de subcontração ou em demanda excedente não utilizada. Foram realizadas comparações com outra ferramenta de estimação de demanda e os resultados obtidos foram semelhantes. O aplicativo desenvolvido mostrou-se adequado para a estimação da demanda em todos os caso simulados.

Palavras-chave: Gestão de Energia, Recontração de Demanda, Função Custo, Aplicativo.

ABSTRACT

A4 consumers are part of the tariff framework, Group A, being high and medium voltage consumer units, where they contract a fixed monthly electric energy demand. To carry out efficient energy management, evaluating the consumption history of each A4 consumer from the data contained in the electricity bills, it was possible to obtain the ideal demand, necessary to compare and evaluate if the value already contracted by the consumer is correct. To facilitate consumers' access to this tool, a mobile application was developed that performs demand analysis, calculating the optimal demand from the measured demand history. For the development of the application, the guidelines of the national electricity sector and its legislation, the optimal demand cost function, Python programming, Kivy Framework, and Buildozer were used. Being a free and easy-to-install application, it can be used by any consumer of Group A, subgroup A4 who has a smartphone, providing a quick and efficient analysis. From the value presented after the analysis (optimal demand), it is possible to make a first evaluation of the re-contracting of demand, avoiding the payment of fines in case of subcontracting or in unused excess demand. The analyses carried out on A4 consumers showed that when they have excess demands, they bring unnecessary costs that, from a correct re-contracting, can provide a considerable financial gain.

Keywords: Efficient Energy Management, Demand Recontracting, Cost Function, Mobile App.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxo Elétrico Brasileiro 2022	14
Figura 2 - Índices OPEE	16
Figura 3 - Ciclo PDCA.....	17
Figura 4 - Curva de Carga	20
Figura 5 - Grupos Tarifários	24
Figura 6 - Estrutura Tarifária	28
Figura 7 - Postos Tarifários.....	29
Figura 8 - Feriados Nacionais	30
Figura 9 - Conta de Energia Elétrica	31
Figura 10 - Fluxograma de Cálculo da Função da Demanda	33
Figura 11 - Buildozer.spec	38
Figura 12 - Bibliotecas do DemandaApp.....	40
Figura 13 - Arquivo APK	40
Figura 14 – Aplicativo DemandaApp Instalado no Android.....	41
Figura 15 - Tela Inicial DemandaApp.....	42
Figura 16 - Segunda Tela DemandaApp.....	43
Figura 17 - Terceira Tela DemandaApp.....	43
Figura 18 – Demanda Ótima Consumidor 1.....	46
Figura 19 - Curva Demanda Ótima via MATLAB Consumidor 1.....	47
Figura 20 - Demanda Ótima Consumidor 2.....	48
Figura 21 - Curva Demanda Ótima via MATLAB - Consumidor 2.....	49
Figura 22 - Demanda Ótima Consumidor 3.....	50
Figura 23 - Curva Demanda Ótima via MATLAB - Consumidor 3.....	51
Figura 24 - Demanda Ótima Consumidor 4.....	52

LISTA DE FLUXOGRAMAS E TABELAS

Fluxograma 1 - Estruturas das Tarifas Azul e Verde 25

Tabela 1 - Bandeira Tarifária.....30

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica;
API	Application Programming Interface;
BEN	Balanco Energético Nacional;
CCEE	Câmara de Comercialização de Energia Elétrica;
COFINS	Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social;
DEMFP	Demanda Fora de Ponta;
DEMP	Demanda de Ponta;
DNAEE	Departamento Nacional de Águas e Energia;
EPE	Empresa de Pesquisa Energética;
FP	Fator de Potência;
FGV	Fundação Getúlio Vargas;
GSF	Risco Hidrológico;
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change;
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços;
MME	Ministério de Minas e Energia;
OPEE	Observatório do Programa Eficiência Energética;
PDCA	<i>Plan, Do, Check, Act;</i>
PIS	Programa de Integração Social;
ONS	Operador Nacional do Sistema;
REN	Resolução Normativa;
SGEN	Sistema de Gestão de Energia;
SIN	Sistema Interligado Nacional;
TE	Tarifa de Energia;
TSEE	Tarifa Social de Energia Elétrica;
TUSD	Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA	13
1.2	A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	15
1.3	SMARTPHONES E APLICATIVOS NA SOCIEDADE BRASILEIRA	18
1.4	OBJETIVO	18
2	DEMANDA DE ENERGIA ELÉTRICA	20
2.1	DEMANDA	20
2.2	FATOR DE POTÊNCIA	21
2.3	ESTRUTURA TARIFÁRIA	23
2.4	BANDEIRAS E POSTOS TARIFÁRIOS	28
2.5	ANÁLISE DA CONTA DE ENERGIA	31
2.6	CÁLCULO PARA DEMANDA IDEAL	32
3	APLICATIVOS ANDROID	35
3.1	SISTEMA OPERACIONAL ANDROID	35
3.2	PYTHON	36
3.3	BIBLIOTECAS E O FRAMEWORK KIVY	36
3.4	BUILDZER	37
4	APLICATIVO PARA A ANÁLISE DE DEMANDA CONTRATADA	39
4.1	DESENVOLVIMENTO DO APLICATIVO	39
4.2	EXECUÇÃO E FUNCIONAMENTO DO APLICATIVO	41
4.3	VALIDAÇÃO DO APLICATIVO – ESTUDO DE CASO	44
4.3.1	Consumidor 1– Ginásio de Esportes	45
4.3.1	Consumidor 2– Sede da Prefeitura	45
4.3.1	Consumidor 3– Escola	43
4.3.1	Consumidor 4– Universidade	45
5	CONCLUSÃO	53
	REFERÊNCIAS	54

1 INTRODUÇÃO

A regulação de energia no Brasil começou a ser necessária a partir do início do Século XX, o setor elétrico brasileiro começou a se desenvolver com a criação das primeiras usinas hidrelétricas. A energia elétrica era gerada principalmente por empresas privadas, que detinham o controle da produção e distribuição em diferentes regiões do país. No entanto, a falta de coordenação entre essas empresas resultava em um sistema fragmentado e ineficiente.

Após diversas mudanças, somente em 1996 que se instituiu a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, uma agência única, vinculada ao Ministério das Minas e Energia, para regular e fiscalizar a produção, transmissão e comercialização de energia elétrica, de acordo com as Políticas e Diretrizes do Governo Federal (ANEEL, 2023).

Até hoje no Brasil a regulação é feita pela ANEEL, com uma estrutura consolidada e confiável, tendo padrões de enquadramento de consumidores, seja pelo tarifário ou contratação de demanda, possibilita que estudos para melhorias sejam feitos para todos os consumidores de energia, e melhore seus contratos e gastos.

1.1 MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA

As mudanças climáticas atuais estão causando problemas para a saúde humana, infraestrutura e subsistência familiar. As cidades estão apresentando problemas com os transportes, a água, e também os sistemas de energia do uso da população, devido ao calor extremo, a diminuição das chuvas e degradação do solo, por exemplo. Resultando em perda de dinheiro da economia e interrupção de serviços em vários momentos (IPCC, 2023).

Assim, em muitos países, políticas que procuram reduzir desmatamento, melhoramento de tecnologias e melhoramento da eficiência energética, diminuíram e até evitaram emissões dos gases. Outras formas de mitigar esses problemas podem ser o aumento da energia solar e energia eólica (IPCC, 2023).

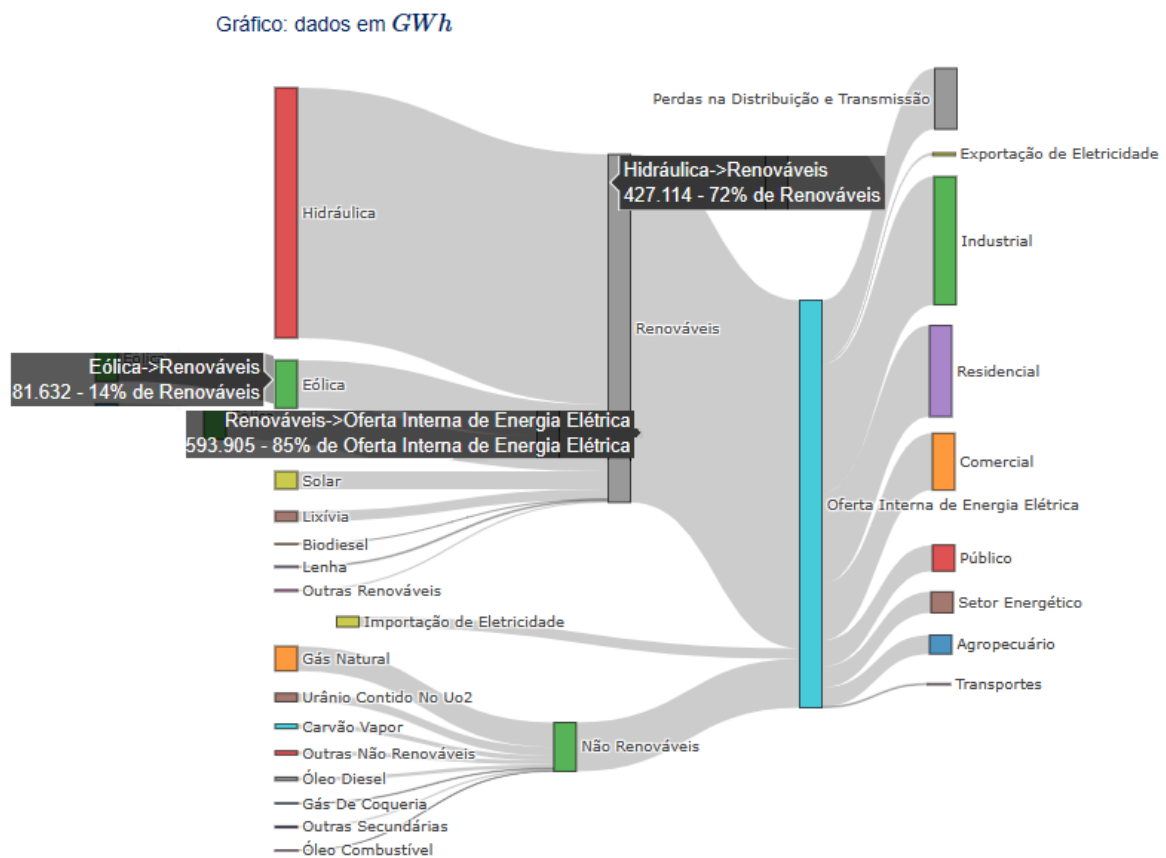
O Brasil vem investindo em energias renováveis, uma das matrizes energéticas mais limpas do planeta, tendo em média 43% do seu mix energético gerado por fontes renováveis (FGV, 2020). Mas a transição de uma matriz energética é demorada e

complexa, porém, é essencial para enfrentar os desafios ambientais globais, manter os acordos internacionais e garantir a segurança energética do país.

O fluxo elétrico brasileiro apresenta 85% de sua oferta interna em fontes renováveis, e 12% em não renováveis, além de importar 3%. Entretanto, o Brasil ainda é muito dependente das hidrelétricas, em 2022, a fonte hídrica foi responsável por 61% da oferta de energia elétrica, conforme a Figura 1.

A importância das hidrelétricas pode ser vista também a partir de sua participação, sendo mais de cinco vezes maior do que a segunda maior fonte renovável, a eólica (BEN, 2022).

Figura 1 - Fluxo Elétrico Brasileiro 2022



Fonte: BEN Interativo (2022)

Ainda é possível diversificar de forma mais eficiente a geração, aumentando a geração de fontes renováveis eólicas e solar que possuem grande potencial no país e ainda apresentam pequenas parcelas na oferta interna e melhorando a segurança energética.

Quando as grandes crises de escassez hídricas ocorreram, causaram desafios para suprir a demanda energética do país, em 2001 e 2015. Além das tarifas mais

caras houve racionamento de energia, e mais recentemente, nos anos de 2020 e 2021, foi necessário o acionamento de termelétricas (EPE, 2022).

Ainda é necessário a utilização excessiva de combustíveis fósseis em casos emergenciais, trazendo a necessidade de continuar investindo em fontes renováveis. O Brasil tem o protagonismo mundial na geração de energia limpa, sendo a transição energética, junto a eficiência energética o caminho para seguir suprindo a demanda energética do Brasil da melhor forma (GOV, 2022).

1.2 A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

A crescente demanda energética é uma realidade incontestável no contexto brasileiro, impulsionada pelo desenvolvimento econômico, avanços tecnológicos e mudanças nos padrões de consumo e mudanças climáticas. Em 13 de Novembro de 2023, a demanda instantânea pela primeira vez na história a carga superou a marca de 100.000 MW no SIN, atingindo o patamar de 100.955 MW (ONS, 2023).

Nesse cenário desafiador, a eficiência energética emerge como um elemento crucial na busca por soluções economicamente viáveis e na mitigação dos impactos ambientais associados à produção e consumo de energia.

O Brasil conta com a EPE, que possui a finalidade de prestar serviços ao MME, assegurando que o desenvolvimento da infraestrutura energética do país seja sustentável, realizando pesquisas e estudos do planejamento do setor, energia elétrica, petróleo, gás natural e seus derivados, orientando o setor energético brasileiro (EPE, 2023).

A eficiência energética pode trazer grandes benefícios para o Brasil, de acordo com o OPEE, é possível economizar valores significativos, conforme Figura 2.

Figura 2 - Índices OPEE

ÍNDICES	
Quantidade de projetos que compõem os índices	Redução de demanda na ponta
172 PROJETO(S)	92.851,17 KW/ANO
Investimento	Benefício energético atual
R\$ 68.758.439,68/ANO	R\$ 116.948.495,10/ANO
Energia economizada	CPPs em aberto
335.894,77 MWH/ANO	R\$ 647.818.822,42

Fonte: OPEE (2023)

Através dos dados da Figura 2 é possível observar que a quantidade de dinheiro investido é menor que o benefício energético de retorno, mostrando que projetos visando a eficiência energética são em sua maioria viáveis e com retorno considerável. Além disso, a quantidade de energia economizada excede 300 MWh/ano, um valor que pode ser melhorado com futuros projetos.

Com a eficiência energética espera-se o aumento da segurança energética e da produtividade, mas para se manter isso, é necessário utilizar de outros métodos em conjunto. A gestão de energia vem com um conceito de acompanhamento, um caminho que leva a organização para a implementação adequada e conduz a operação de forma segura e efetiva, um Sistema de Gestão de Energia (SGEN). Um dos modelos possíveis pode ser a estrutura do ciclo *Plan, Do, Check, Act* (PDCA), alicerce deste sistema de gestão.

Os passos que integram o PDCA são suficientes para proporcionar o entendimento e a estruturação do SGEN a qualquer tipo de organização, conforme a Figura 3.

Figura 3 - Ciclo PDCA



Fonte: ICA (2015)

Para o desenvolvimento de uma melhoria em contratos de demanda de energia elétrica, é possível aplicar o modelo PDCA. Identificando essa possibilidade, observa-se um exemplo de consumidores A4, que possuem a necessidade de contratação de demandas fixas com a distribuidora de energia (PLAN). Quando a contratação é feita sem um estudo apropriado, é possível que a contratação foi feita de forma inadequada. Através de dados da própria conta de energia recebida mensalmente pelo consumidor, é possível desenvolver um aplicativo via celular de forma a facilitar uma checagem de eficiência do contrato (DO). Após o desenvolvimento, é possível testar sua eficiência ao utilizar dados reais e realizar diversos testes (CHECK). Os resultados apresentados são sobre a eficácia do aplicativo e as novas necessidades de aprimoramento (ACTION). Tendo os aprimoramentos necessários, reinicia-se o ciclo até desenvolver um aplicativo 100% funcional.

Explorando a relação entre a demanda energética brasileira e a eficiência energética, destaca a importância de estratégias inovadoras e políticas públicas que promovam a utilização inteligente e responsável dos recursos disponíveis.

A energia elétrica é uma necessidade que mantém a qualidade de vida e o desenvolvimento econômico do país, deve-se procurar a melhor forma de utilização e

contratar de forma ideal, evitando custos e não sobrecarregando as linhas de forma desnecessária.

1.3 SMARTPHONES E APLICATIVOS NA SOCIEDADE BRASILEIRA

Com o avanço da tecnologia, os smartphones se tornaram mais acessíveis ao público em geral, mais baratos do que um computador ou notebook no Brasil. Em maio de 2023 já existiam mais de um smartphone em uso por habitante, sendo de 249 milhões de unidades (FGV, 2023).

O smartphone e seus aplicativos, são uma facilidade de maior acesso à informação, a tecnologia pode existir na ponta de nossos dedos, atualmente a maioria dos serviços e acessos para informações do governo brasileiro, por exemplo a carteira de motorista, podem ser acessados a partir do próprio celular. Um exemplo de acesso único de documentos importantes é a carteira de trabalho digital, somente via aplicativo, não sendo mais um documento físico e impresso.

Existem aplicativos úteis para área da saúde, com mais de doze mil itens do código CID (Classificação Internacional de Doenças), o aplicativo “CID-10 Pro” é atualizado pelo Datasus, o Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde e outros aplicativos além, para a qualidade de vida, analisando o sono das pessoas e ajudando em diagnósticos (FIGUEIREDO, 2022).

A análise de dados a partir dos aplicativos dos celulares vem se inovando ao auxiliar a sociedade em diversas formas, existem aplicativos úteis para a área técnica de engenharia, como o Autodesk® AutoCAD 360, o programa de computador AutoCAD para o smartphone, permite criar, editar e visualizar desenhos DWG e mais de 50 formatos de arquivos diferentes, em qualquer lugar e na palma da mão.

Em constante desenvolvimento, é uma área promissora no Brasil e no mundo capaz de melhorar a qualidade de vida de pessoas, através de lazer, aplicativos técnicos, plataformas de estudos, saúde, esportes, agendamento de compromissos até a compra e venda de itens.

1.4 OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo desenvolver um aplicativo Android que realiza a estimativa de demanda ótima em relação a uma função custo para consumidores de energia elétrica A4 baseado nos dados histórico mensal de demandas medidas,

da demanda contratada e as tarifas aplicadas. Adicionalmente, calcula os valores médios de economia e o ganho percentual e financeiro de uma possível recontração de demanda sob este cenário.

2 DEMANDA DE ENERGIA ELÉTRICA

A demanda de carga é um conceito fundamental no setor elétrico, especialmente quando se trata do enquadramento tarifário e da gestão da energia para consumidores do grupo A. Nesse contexto, o conhecimento e a compreensão da demanda contratada são essenciais para garantir uma utilização eficiente e econômica da energia elétrica (CASTRO, 2018).

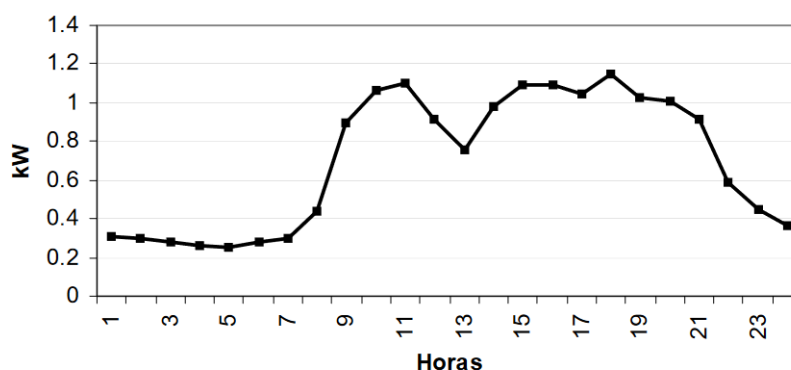
Além de outros fatores importantes para determinação do valor do consumo de um consumidor A4, o fator de potência também é avaliado, e depende do perfil de cada local para determinação de modelos tarifários e de outras taxas que estão conectadas a tarifas conforme a disponibilidade de energia em mercado, como as bandeiras tarifárias.

2.1 DEMANDA

A demanda de carga refere-se à quantidade de potência de energia elétrica requerida por um consumidor em um determinado período. É uma medida importante para as distribuidoras de energia, uma vez que influencia diretamente a capacidade dos sistemas de geração, transmissão e distribuição, além de impactar o planejamento e a operação do sistema elétrico como um todo (CASTRO, 2018).

É possível observar uma curva de carga de consumidor comercial como o apresentado na Figura 4, assim ao observar os padrões e as variações de consumo, consegue-se melhorar seu contrato de demanda contratada.

Figura 4 - Curva de Carga



Fonte: FRANCISQUINI (2006)

A curva de demanda apresentada na Figura 4, muda de acordo com o horário do dia, iniciando quase sem utilização, e o maior consumo é no horário comercial. No

horário de almoço, a curva de carga diminui, sendo possível avaliar quais as necessidades diárias de um consumidor.

A demanda contratada é a quantidade de potência ativa que a concessionária de energia elétrica está obrigada a fornecer ao consumidor de média e alta tensão, conforme as condições e prazos estipulados no contrato de fornecimento. Além disso, o consumidor é responsável pelo pagamento total desse serviço, que é medido em quilowatts (SERRO, 2018).

A demanda de ultrapassagem é o valor da demanda medida que excede o valor da demanda contratada, também medido em quilowatt. Por sua vez, a demanda faturável é o valor da demanda de potência ativa considerado para fins de faturamento, de acordo com os critérios estabelecidos na tarifa em vigor, medido em quilowatts (SERRO, 2018).

A demanda medida é a maior demanda de potência ativa registrada durante um intervalo de quinze minutos ao longo do período de faturamento, também expressa em quilowatts (SERRO, 2018).

A partir da demanda contratada, as distribuidoras dimensionam as instalações necessárias para atender à demanda dos consumidores. Além disso, as tarifas de energia elétrica para consumidores do grupo A são estruturadas com base na demanda contratada, sendo geralmente divididas em duas partes: uma tarifa fixa, correspondente à demanda contratada, e uma tarifa variável, relacionada ao consumo efetivo de energia (ANEEL - Resolução normativa nº 1000/2021, direitos e deveres do consumidor de energia elétrica).

O enquadramento tarifário e a correta determinação da demanda contratada são aspectos fundamentais para a eficiência energética e a gestão financeira das empresas. Uma demanda contratada mal dimensionada pode resultar em custos desnecessários para o consumidor, bem como em desperdício de energia elétrica, pois pagará o valor contratado independente do valor consumido.

2.2 FATOR DE POTÊNCIA

O fator de potência é um conceito crucial na análise de demanda em sistemas de energia elétrica. Ele é definido como a razão entre a energia elétrica ativa e a raiz quadrada da soma dos quadrados das energias elétricas ativa e reativa, consumidas

em um mesmo período (ANEEL - Resolução normativa nº 1000/2021, direitos e deveres do consumidor de energia elétrica).

Ajustando a equação de forma mais simples, pode ser definida como:

$$\text{Fator de Potência (FP)} = \frac{\text{Potência Real (P)}}{\text{Potência Aparente (S)}} \quad (1)$$

O fator de potência pode variar de 0 a 1. Um fator de potência de 1 indica que toda a potência fornecida pelo sistema de energia elétrica está sendo usada para realizar trabalho útil. Um fator de potência menor que 1 indica que parte da potência fornecida pelo sistema de energia elétrica está sendo desperdiçada.

Na análise de demanda, o fator de potência é importante porque ele afeta a eficiência do sistema de energia elétrica. Um fator de potência baixo pode resultar em perdas de energia significativas e pode exigir que o sistema de energia elétrica seja dimensionado para lidar com a potência aparente, em vez da potência ativa. Isso pode resultar em custos mais altos para a geração e distribuição de energia elétrica. Caso necessário, a distribuidora deve cobrar o montante de energia elétrica e demanda de potência reativas excedentes da unidade consumidora do grupo A, já que o reativo excedente está sendo transportado no lugar da energia ativa.

Inicialmente a distribuidora deve conceder para unidade consumidora do grupo A um período de ajustes no início do fornecimento de energia elétrica, para adequação do fator de potência, com duração de 3 ciclos consecutivos e completos de faturamento (ANEEL - Resolução normativa nº 1000/2021, direitos e deveres do consumidor de energia elétrica).

Portanto, é importante para os consumidores de energia elétrica monitorar e gerenciar o fator de potência em seus sistemas. Isso pode ser feito através de várias técnicas, como a instalação de capacitores para corrigir o fator de potência, a implementação de tarifas de demanda que incentivam os usuários a manter um fator de potência alto e a utilização de tecnologias de medição avançadas para monitorar o fator de potência em tempo real.

A instalação de bancos de capacitores para correção de fator de potência deve ser realizada de modo que sua operação não provoque efeitos transitórios ou ressonâncias que prejudiquem o desempenho do sistema de distribuição ou outras

instalações (ANEEL - Resolução normativa nº 1000/2021, direitos e deveres do consumidor de energia elétrica).

2.3 ESTRUTURA TARIFÁRIA

O enquadramento tarifário da energia elétrica no Brasil é regulado pela ANEEL, uma autarquia federal responsável pela regulação, fiscalização e controle do setor elétrico no país. A ANEEL tem como objetivo garantir a modicidade tarifária, ou seja, preços justos e acessíveis para os consumidores, ao mesmo tempo em que busca assegurar a sustentabilidade financeira das empresas do setor.

Assim a demanda contratada deve ser adequadamente avaliada. Caso a demanda contratada seja inadequada, podem surgir implicações financeiras permanentes. A sobre contratação, em que se paga mensalmente por uma quantidade de energia não utilizada, resulta em gastos desnecessários. Por outro lado, a subcontratação pode levar a multas significativas devido à ultrapassagem da demanda contratada. Portanto, é imprescindível que os consumidores avaliem cuidadosamente suas necessidades e solicitem a devida adequação, a fim de evitar custos excessivos e penalidades indesejadas.

É importante ressaltar que existem diferentes categorias de consumidores de energia elétrica, como residencial, comercial, industrial e rural, cada uma com suas tarifas específicas. Na Figura 5 é possível ver a diferença em relação a tensão de cada um deles.

Figura 5 - Grupos Tarifários

TENSÃO DE FORNECIMENTO			
ALTA E MÉDIA		BAIXA	
SUBGRUPOS	TENSÃO	SUBGRUPOS	TENSÃO < 2,3 kV
A1	> 230 kV	B1	Classe residencial e subclasse residencial baixa renda
A2	88 a 138 kV	B2	Classe rural
A3	69 kV	B3	Outras classes: industrial, comercial, serviços e outras atividades, poder público...
A3a	30 a 44 kV		
A4	2,3 a 25 kV		
A5	Subterrâneo	B4	Classe iluminação pública

Fonte: Imagem adaptada Energês (2020)

O Grupo A é um dos enquadramentos tarifários da energia elétrica no Brasil e se destina a consumidores de alta tensão, como indústrias, grandes comércios, shopping centers, hospitais e outros estabelecimentos de grande porte.

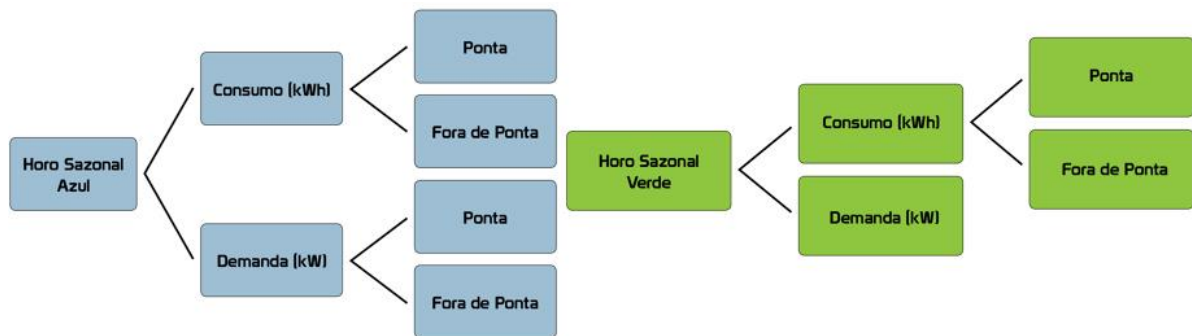
A tarifa estabelecida pela ANEEL para o grupo, utiliza duas delas, sendo em reais por unidade de energia elétrica ou de demanda de potência. A TE, tarifa de energia, define mensalmente o consumo de energia do consumidor, enquanto o TUSD, tarifa de uso do sistema de distribuição, é utilizada para definir mensalmente o faturamento do consumidor pelo uso do sistema de energia elétrica.

Para os consumidores do Grupo A, as tarifas de energia elétrica são estabelecidas com base em duas tarifas:

- “Horária Azul: tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica e de demanda de potência, de acordo com as horas de utilização do dia (postos tarifários). Disponibilizada para todos os subgrupos do grupo A.” (ANEEL, 2022). A tarifa azul conta com o TUSD energia única, enquanto o TUSD demanda e o TE são medidos nos horários de ponta e fora de ponta.
- “Horária Verde: tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica, de acordo com as horas de utilização do dia (postos tarifários), e de uma única tarifa de demanda de potência. Disponível para os subgrupos A3a, A4 e AS.” (ANEEL, 2022). A tarifa verde conta com o TUSD demanda única, enquanto o TUSD energia e o TE são medidos nos horários de ponta e fora de ponta.

A partir das definições apresentadas, é possível visualizar as tarifas azul e verde, onde ocorre a cobrança entre o consumo e a demanda, diferenciando-as a partir de sua estrutura tarifária única e entre o horário de ponta e fora de ponta, conforme o Fluxograma 1.

Fluxograma 1 - Estruturas das Tarifas Azul e Verde



Fonte: Imagem Adaptada Lobato Elétrica (2015)

Além das tarifas, o grupo A também se divide em outras quatro categorias de consumo:

- A1: Consumidores de alta tensão que possuem tensão igual ou superior a 230 kV. Geralmente, inclui grandes indústrias e estabelecimentos comerciais de grande porte;
- A2: Consumidores de alta tensão com tensão igual ou superior a 75 kV e inferior a 230 kV. Isso inclui uma variedade de estabelecimentos comerciais e industriais de médio e grande porte;
- A3: Consumidores de média tensão com demanda contratada superior a 2.300 kW. Esses consumidores geralmente são grandes indústrias ou estabelecimentos com alta demanda de energia elétrica;
- A3a: Esta é uma subdivisão da categoria A3 e se aplica a consumidores com demanda contratada de 2.300 kW até 3.000 kW;
- A3b: Também uma subdivisão da categoria A3, abrange consumidores com demanda contratada superior a 3.000 kW e inferior ou igual a 5.000 kW;
- A4: Consumidores com demanda contratada em média tensão igual ou superior a 2,3 kV e inferior ou igual a 25 kV e demandas superiores a 30 kW. Essa categoria pode incluir estabelecimentos industriais, comerciais, hospitais e outros com consumo significativo de energia elétrica;

- AS: uma categoria especial dentro do enquadramento tarifário da energia elétrica no Brasil, destinada exclusivamente a sistemas subterrâneos de distribuição de energia. Essa categoria leva em consideração as particularidades dos sistemas subterrâneos em relação à instalação, manutenção e operação, com tarifas específicas determinadas pela distribuidora e pelo órgão regulador.

O Grupo B refere-se a consumidores de energia elétrica de baixa tensão, como residências, pequenos comércios e pequenas indústrias. Nesse grupo, as tarifas são calculadas usando um sistema de cobrança conhecido como "tarifa monômnia", ou seja, uma única tarifa é aplicada para todos os níveis de consumo.

A tarifa do Grupo B é dividida em faixas de consumo, que determinam os valores a serem pagos por quilowatt-hora (kWh) consumido. Essas faixas são definidas de acordo com a quantidade de energia consumida dentro de um determinado período de tempo, geralmente mensalmente. As tarifas são progressivas, ou seja, quanto maior o consumo, maior será o valor cobrado por kWh.

Para os consumidores do Grupo B, as tarifas de energia elétrica são estabelecidas com base em duas tarifas, "As modalidades tarifárias são um conjunto de tarifas aplicáveis ao consumo de energia elétrica e à demanda de potência ativa. Elas são definidas de acordo com o Grupo Tarifário, segundo as opções de contratação definidas" (ANEEL, 2022):

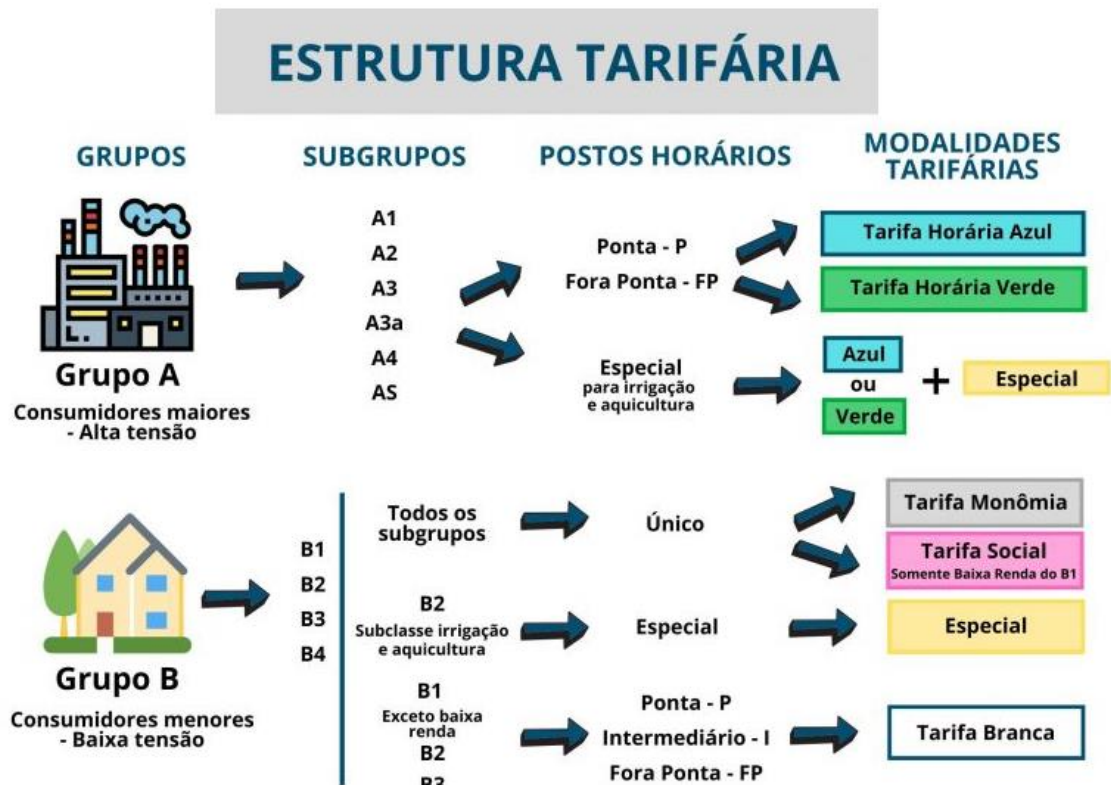
- "Convencional Monômnia: tarifa única de consumo de energia elétrica, independentemente das horas de utilização do dia." (ANEEL, 2022).
- "Horária Branca: tarifa diferenciada de consumo de energia elétrica, de acordo com as horas de utilização do dia (postos tarifários). Não está disponível para o subgrupo B4 e para a subclasse Baixa Renda do subgrupo B1." (ANEEL, 2022).

Além das tarifas, utilizando os níveis de tensão 127 V e 220 V, o grupo B também se divide em outras quatro categorias, B1, B2, B3 e B4, sendo descritas, respectivamente:

- Residencial e residencial baixa renda (B1): Esta categoria abrange consumidores residenciais, ou seja, domicílios familiares. É aplicada a unidades habitacionais para fins exclusivamente residenciais, onde o consumo é predominantemente voltado para o uso doméstico;
- Rural e cooperativa de eletrificação rural (B2): A categoria rural é destinada a consumidores que possuem propriedades rurais, como sítios, fazendas e áreas de agricultura. É importante ressaltar que essa categoria pode receber benefícios tarifários específicos para incentivar a produção agrícola e atividades rurais;
- Comercial e demais classes (B3): Nessa categoria, estão os consumidores de baixa tensão que possuem estabelecimentos comerciais, ou pequenas indústrias e atividades industriais de menor porte. Isso inclui, por exemplo, oficinas, pequenas fábricas, unidades de produção artesanal, lojas, escritórios, restaurantes, bares e pequenos estabelecimentos comerciais em geral;
- Iluminação pública (B4): A iluminação pública é essencial para garantir a segurança e o conforto nas vias públicas durante a noite. No Grupo B, a iluminação pública é tratada como uma categoria especial, separada das categorias residencial, comercial e industrial. Essa separação permite uma tarifação específica e um acompanhamento adequado dos gastos relacionados à iluminação das ruas, praças e demais espaços públicos.

É possível ver o detalhamento da estrutura tarifária conforme Figura 6.

Figura 6 - Estrutura Tarifária



Fonte: Imagem adaptada Energês (2020)

As diferenças entre cada grupo e suas categorias mantêm a regulação e os valores destinados para cada consumidor corretamente, sendo um sistema eficiente que ainda é utilizado, e continua a se desenvolver para modelos melhores, quando necessário.

2.4 BANDEIRAS E POSTOS TARIFÁRIOS

Outros fatores influenciam no modelo de cobrança das contas de energia, como os horários de ponta e fora de ponta, que são determinantes para se escolher a melhor tarifa dos consumidores do grupo A. Os horários de ponta e fora de ponta não são fixos para todo o Brasil e podem passar por revisões de cada distribuidora a cada 4 ou 5 anos (ANEEL, 2021).

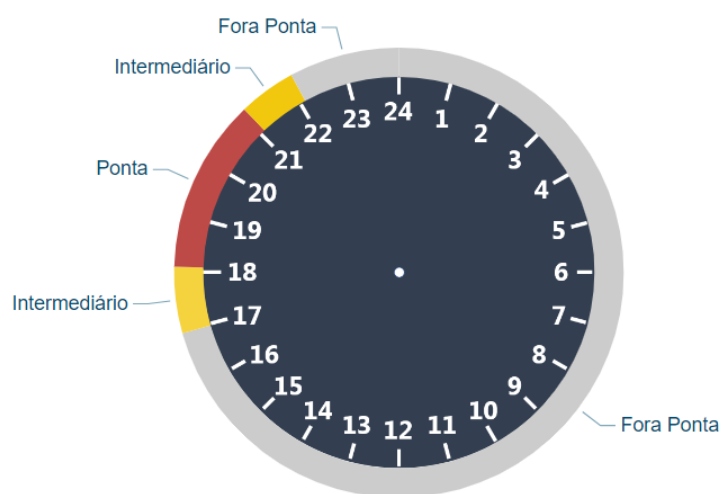
Os postos tarifários são divididos em três categorias, o horário de ponta, sendo de três horas consecutivas, são os horários de maior uso de energia elétrica, se aplicam condições diferentes de tarifas, mais caras, já que as distribuidoras buscam incentivar a diminuição do uso no horário de grande demanda, tentando aliviar a caga

da rede elétrica. O posto tarifário de ponta está definido entre 17h às 23h dependendo de cada distribuidora do país.

O horário fora de ponta é o período de hora complementar do horário de ponta definido, e o horário de ponta intermediário somente se aplica para unidades consumidoras que escolheram a tarifa branca, sendo de 1h a 1h30 antes e depois do horário de ponta.

Pode-se assim determinar uma média dos postos tarifários que existem no Brasil, conforme a Figura 7.

Figura 7 - Postos Tarifários



Fonte: Adaptado de ANEEL (2023)

Os diferentes horários tarifários são aplicados apenas aos dias úteis. Já nos fins de semana e feriados nacionais, todas as horas são consideradas fora de ponta. Os doze feriados nacionais também são considerados em seu total, como postos tarifários fora de ponta, sendo eles apresentados na Figura 8.

Figura 8 - Feriados Nacionais

- 1º de janeiro – Confraternização Universal
- Terça-feira de Carnaval
- Sexta-feira da Paixão (Páscoa)
- 21 de abril – Tiradentes
- 1º de maio – Dia do Trabalhador
- Corpus Christi
- 7 de setembro – Independência do Brasil
- 12 de outubro – Nossa Senhora de Aparecida
- 2 de novembro – Finados
- 15 de novembro – Proclamação da República
- 20 de Novembro - Dia Nacional de Zumbi e da Consciência Negra
- 25 de dezembro – Natal

Fonte: ANEEL (2022)

Além dos diferentes horários, as bandeiras de energia também interferem nos valores da conta de energia dos consumidores. Bandeiras tarifárias são um reflexo da situação da geração de energia, se estão com condições favoráveis ou mais custosas. A bandeira tarifária a ser utilizada é informada pela ANEEL mensalmente.

O acionamento das bandeiras tarifárias é definido para todo o Sistema Interligado Nacional, com base nas seguintes variáveis de acionamento: Risco Hidrológico (GSFband) e no PLDgatilho. A previsão do Risco Hidrológico (GSF) é realizada pelo Operador Nacional do Sistema - ONS e a estimativa de PLD pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica – CCEE. As bandeiras tarifárias são definidas como apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Bandeira Tarifária

Bandeira	Condição de geração	Custo adicional
Bandeira Verde	Condições favoráveis de geração	Sem acréscimo
Bandeira Amarela	Condições menos favoráveis	Tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,01874 para cada quilowatt-hora (kWh) consumido
Bandeira Vermelha 1	Condições desfavoráveis	Tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,03971 para cada quilowatt-hora (kWh) consumido
Bandeira Vermelha 2	Condições muito desfavoráveis	Tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,09492 para cada quilowatt-hora (kWh) consumido

Fonte: Adaptado ANEEL (2022)

Em 2021 utilizou-se a bandeira de escassez hídrica, uma bandeira que somente é utilizada quando ocorrem eventos climáticos críticos, sendo a mais cara para o consumidor. Neste caso, é acrescentado R\$14,20 a cada 100 quilowatt-hora na conta do consumidor.

2.5 ANÁLISE DA CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA

A conta de energia elétrica é um documento que detalha o consumo de energia de uma residência ou empresa. Ela é emitida mensalmente pelas distribuidoras de energia de cada região, enviada ao consumidor ela apresenta todas as informações necessárias para se realizar uma análise de seus custos e consumo, um exemplo de conta pode ser visto na Figura 9.

Figura 9 - Conta de Energia Elétrica

UNIVERSIDADE

LOG CENTRO DE

ILHA SOLTEIRA -

CNPJ -

Classificação: PODER PUBLICO

HORÁRIA VERDE

TRIFÁSICO

ILHA SOLTEIRA

Leitura Atual:

30/11/2023

Dias do Período:

30

Data de Emissão:

01/12/2023

Data de Apresentação:

06/12/2023

Próxima Leitura:

01/01/2024

Próximo Vencimento:

18/02/2024

Nota Fiscal/Conta de Energia Elétrica

Controle Nº

Conta do Mês

Vencimento

Valor da Conta (R\$)

198237275

FAT-01-20238084590767.86

Dezembro/2023

18/01/2024

R\$25.153,99

Tensão Contratada (kV)

Limites Adequados de Tensão (kV)

Registrador

Demanda Contratada (kW)

Perdas Transformação

13.8

12.834 a 14.49

RM0410158

210

0,00%

CCI*

Descrição do Produto

Leitura Anterior

Leitura Atual

Constante Multiplic.

Quant. Registrado

Quant. Residual

Quant. Faturado

Tarifa Fornec.

Valor Fornec.

Base Cálcl. Imposto

Aliq. ICMS

Valor ICMS

Valor Total (ICMS+Fornec.)

0601

CONSUMO PONTO TE kWh

409666

416973

0,360

2630,00

0,00

2630,00

0,458376

1.205,53

0,00

0,00%

0,00

1.205,53

0601

CONSUMO PONTO TUSD kWh

409666

416973

0,360

2630,00

0,00

2630,00

1,846867

4.857,26

0,00

0,00%

0,00

4.857,26

0601

CONSUMO FORA PONTO TE kWh

142321,95

143172,62

36,000

30624,00

0,00

30624,00

0,294990

9.033,77

0,00

0,00%

0,00

9.033,77

0602

CONSUMO FORA PONTO TUSD kWh

142321,95

143172,62

36,000

30624,00

0,00

30624,00

0,113310

3.470,00

0,00

0,00%

0,00

3.470,00

0601

CONSUMO REAT FORA PONTO TE kWh

1016,76

1017,14

36,000

13,00

0,00

13,00

0,000000

4,02

0,00

0,00%

0,00

4,02

0601

DEMANDA TUSD kW

17030

17145

1,440

105,12

0,00

105,12

28,710000

6.029,10

0,00

0,00%

0,00

6.029,10

0601

CONSUMO kWh

156419,2

157342,94

36,000

33254,00

0,00

33254,00

0,00

0,00%

0,00

0,00

0601

DEMANDA PONTO kW

9555

9628

1,440

105,12

0,00

105,12

0,00

0,00%

0,00

0,00

0601

ENERGIA REAT EXC kWh

1065,56

1065,94

36,000

13,00

0,00

13,00

0,00

0,00%

0,00

0,00

0601

ENERGIA REAT EXC P kWh

4868

4868

0,360

0,00

0,00

0,00

0,00

0,00%

0,00

0,00

0601

DEMANDA REAT EXED. kW

30893

31080

0,360

67,32

0,00

67,32

0,00

0,00%

0,00

0,00

0601

DEMANDA REAT EXED. kW

61786

62213

0,360

153,72

0,00

153,72

0,00

0,00%

0,00

0,00

0899

COFINS

25.688,86

3,48%

893,97

0899

PIS

25.688,86

0,76%

195,24

0999

IMP.RET. IRPJ (1,20%)

0,00

0,00%

0,00

-232,69

0999

IMP.RET. IRPJ (SERV) (4,80%)

0,00

0,00%

0,00

-302,21

Total

24.599,68

0,00

25.153,99

*CCI - Código de Classificação do Item

Fonte: Adaptado de ELEKTRO (2019)

A conta pode ser identificada como de um consumidor classificado no grupo A, subgrupo A4, sendo sua tensão contratada de 13,8 kV (1). Nesse contexto, o consumidor é classificado como “verde” nas modalidades de cobrança tarifária (2). Outras informações importantes são sua demanda contratada, que consta como 210 kW (3), e o valor total da conta de R\$25.153,99 (4). Logo abaixo dos valores mencionados, há uma tabela que detalha todos os valores de cada item relacionados ao consumo de energia e demanda.

Na coluna intitulada “Descrição de Produto” (5), são discriminados diversos elementos, incluindo os consumos fora de ponta e de ponta, da parcela da TUSD (6) e TE, o consumo de reativo, os adicionais de bandeira tarifária e a demanda reativa excedente. Além disso, são apresentadas as porcentagens correspondentes às tarifas PIS e COFINS mensais. O imposto ICMS é especificado nas colunas do final de cada linha, sendo sua alíquota e valor.

As duas colunas subsequentes apresentam os valores medidos do mês anterior e do mês atual de leitura. A coluna seguinte contém a constante de multiplicação do

medidor, que é um número multiplicado pela diferença entre a leitura atual e a leitura anterior para determinar o valor real de energia medida.

Entre as colunas “quantidade registrada” e “quantidade faturada”, os valores apresentados são iguais, com exceção da demanda TUSD, pois a energia utilizada foi menor do que a energia contratada. Para consumidores da tarifa azul, a coluna representa valores iguais aos da quantidade registrada, exceto para a TUSD energia, que seguiria o valor referente ao seu contrato.

O valor da demanda TUSD medida pode ser vista na coluna “Quant. Registrada” (7), entretanto o valor que será pago, será o de demanda contratada (8) multiplicado pelo valor da tarifa de fornecimento, sendo de R\$ 28,71 (8) por kW. Esta tarifa é utilizada pela distribuidora de energia, acompanhada pelo reajuste tarifário anual proveniente da resolução homologatória específica, regida pela ANEEL (ANEEL, 2022).

2.6 CÁLCULO PARA DEMANDA ÓTIMA

Para se obter uma estimativa de demanda contratada ótima, deve-se avaliar o ponto de mínimo da função dos custos relativos a demanda, numa faixa de valores de demanda adequadamente selecionadas (SANCHES, 2019).

A função custo da demanda é apresentada na Equação (2):

$$C(p) = \text{MAX}[DAM(p), DAC(p)] * VRd(p) \quad (2)$$

Adicionalmente, deve-se calcular a situação que ocorre ultrapassagem entre a demanda contratada e os valores da demanda medida superior a 5%, conforme a Equação (3)

$$Cextra(p) = [DAM(p) - DAC(p)] * 2 * VRd(p) \quad (3)$$

Os componentes da equação são:

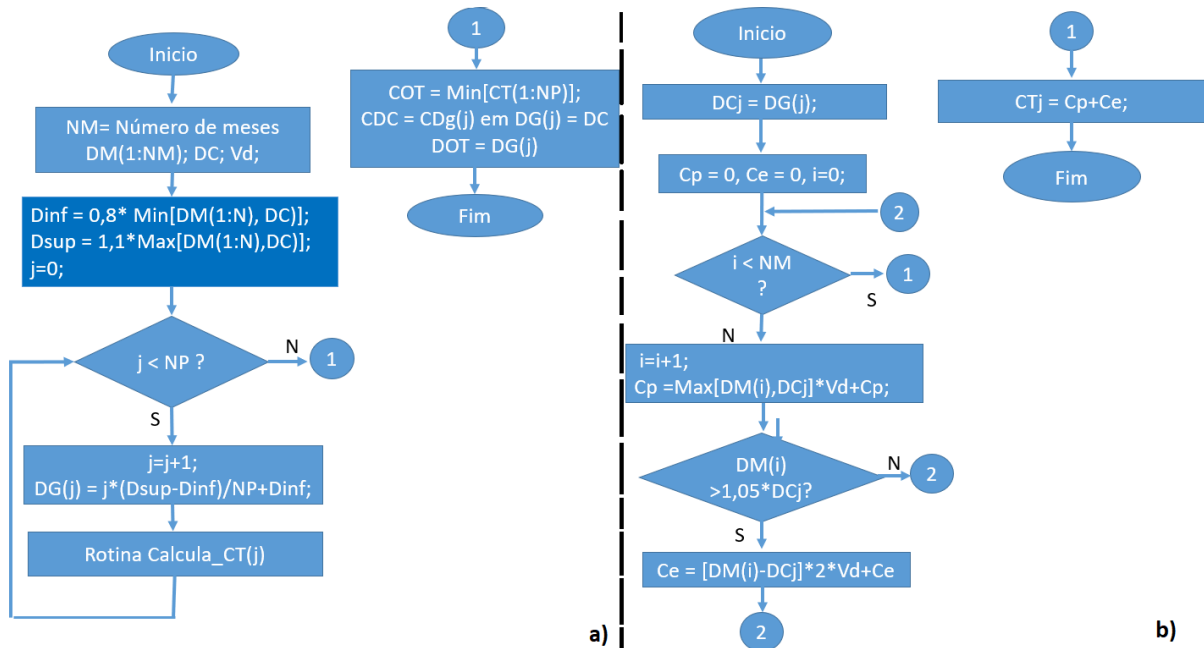
- $C(p)$: Valor correspondente à demanda de potência ativa, por posto tarifário (p), em R\$;
- $Cextra(p)$: Valor correspondente à demanda de potência ativa excedente, por posto tarifário (p), em R\$;
- $DAM(p)$: Demanda de potência ativa medida, em cada posto horário (p), no período de faturamento, em kW;
- $DAC(p)$: Demanda de potência ativa contratada, por posto horário (p), no período de faturamento, em kW;

- VRd(p): Valor de referência equivalente às tarifas de demanda de potência aplicáveis aos subgrupos do grupo A;
- MAX: Valor máximo do conjunto de dados.
- p: Posto tarifário de ponta ou fora de ponta, para as modalidades tarifárias horárias, em R\$.

Após o cálculo de $C(p)$ e $C_{extra}(p)$, deve-se soma-los e obter o valor para o gráfico e da demanda ótima. Normalizando o vetor, considera-se 100% o ponto referente à demanda contratada e o ponto de menor valor é a demanda ótima.

O fluxograma do cálculo da função é apresentado na Figura 10, sendo Rotina Geral (a), e Subrotina Calcula_CT(j) (b).

Figura 10 – Fluxograma de Cálculo da Função da Demanda



Fonte: Elaborado pelo autor

Os componentes da Figura 10, são definidos a seguir:

- NM: Número de meses;
- DM(1:NM): Vetor com as demandas medidas;
- DC: Demanda contratada;
- Dinf: Demanda mínima possível;
- Dsup: Demanda máxima possível;
- Vd: Tarifa da demanda da potência ativa;
- j: Índice para varredura em demanda;
- NP: Número de pontos de varredura em demanda;

- $DG(1:NP)$: Vetor de varredura de demanda contratada;
- COT : Custo mínimo da varredura em demanda;
- CDC : Custo da demanda contratada;
- DOT : Demanda ótima, associada ao custo mínimo;
- $DM(i)$: Demanda medida do mês i ;
- DCj : Demanda contratada sob simulação;
- $DG(j)$: Valor atual da varredura em demanda;
- Cp : Custo da demanda;
- Ce : Custo das ultrapassagens da demanda;
- CTj : Valor total associado a demanda contratada j ;
- i : Índice para o mês.

3 APLICATIVOS ANDROID

Atualmente são 3.3 bilhões de usuários Android, e seus aplicativos podem ser desenvolvidos de diversas formas, com um sistema operacional de código aberto, utilizando as ferramentas corretas, uma linguagem de programação eficiente e suas bibliotecas, é possível criar um aplicativo eficiente e fácil utilização (DEMANDSAGE, 2023).

Um programa foi originalmente desenvolvido via MATLAB, necessitando de um computador para utilizá-lo, mas é possível transferir para outros dispositivos e sistemas, a disponibilidade via celular facilitaria sua utilização.

3.1 SISTEMA OPERACIONAL ANDROID

O Android é um sistema operacional de código aberto, baseado em Linux, desenvolvido principalmente para dispositivos móveis em que a tela fosse sensível ao toque, como smartphones e tablets. Ele foi criado pela Open Handset Alliance, um conjunto de empresas liderado pelo Google. Lançado em 2008, o Android se tornou o sistema operacional mais popular do mundo para dispositivos móveis devido à sua flexibilidade, grande variedade de aplicativos disponíveis e suporte de uma ampla gama de fabricantes de dispositivos (DEMANDSAGE, 2023).

Uma das principais características do Android é a sua personalização. Os fabricantes de dispositivos e os usuários podem personalizar a aparência e o funcionamento do sistema operacional de acordo com suas preferências. Além disso, o Android oferece acesso a uma ampla gama de aplicativos através da Google Play Store, onde os usuários podem baixar aplicativos, jogos, filmes, músicas e outros conteúdos.

O Android também é usado em outros tipos de dispositivos, como smartwatch, smart TVs, sistemas de entretenimento para carros e até mesmo em alguns eletrodomésticos. Com o tempo, o sistema operacional Android passou por várias atualizações e melhorias, adicionando recursos e aprimorando a segurança e o desempenho.

Sendo mais acessível desenvolver aplicativos para Android em comparação com o iOS, devido a uma maior quantidade de usuários, flexibilidade nas políticas de distribuição e acesso a bibliotecas para programação.

3.2 PYTHON

A linguagem Python foi criada pelo holandês Guido van Rossum após perceber que as linguagens existentes na época eram muito complexas. Assim, em 1990 o Python foi lançado (PYTHON BRASIL, 2008).

No contexto do desenvolvimento do aplicativo proposto, a linguagem de programação Python desempenha um papel fundamental, uma linguagem de programação de alto nível, interpretada, orientada a objetos e com uma sintaxe clara e legível, o que a torna ideal para o desenvolvimento de aplicativos Android.

Uma das principais vantagens do uso do Python é a sua vasta gama de bibliotecas e frameworks disponíveis, que facilitam o desenvolvimento de aplicativos complexos e funcionais. Sua natureza de linguagem de alto nível permite lidar com operações complexas de forma mais intuitiva, facilitando a implementação do algoritmo de avaliação dos contratos de demanda de energia elétrica e funções de custo de demanda. Com a capacidade de processar dados e realizar cálculos de forma eficiente, se torna uma escolha adequada para a realização de análises e identificação de possíveis inconformidades nos contratos.

3.3 BIBLIOTECAS E O FRAMEWORK KIVY

As bibliotecas na programação são consideradas como uma coleção de subprogramas usados no desenvolvimento de softwares. A sua principal função é facilitar a programação, garantindo mais agilidade e menos erros, além de ter o acesso a um conjunto de funções/códigos que já foram escritas por desenvolvedores.

Podendo ser considerado um conjunto de bibliotecas, um framework é essencialmente um conjunto de componentes de software que podem ser reutilizados, facilitando assim o processo de desenvolvimento de novos programas. A prática de reutilizar pesquisas e desenvolvimentos existentes é um princípio fundamental em todas as disciplinas de engenharia. Por exemplo, engenheiros elétricos utilizam componentes eletrônicos já disponíveis para construir novos aparelhos.

Os fabricantes desses componentes aderem a padrões e especificações pré-definidos para assegurar a funcionalidade dos mesmos. De maneira similar, os frameworks de software incluem módulos de código que podem ser reutilizados, os quais são baseados em padrões e protocolos de software específicos. Além disso, os frameworks podem estabelecer e implementar certas regras de arquitetura de software ou processos de negócios, permitindo que novos programas sejam desenvolvidos de forma padronizada (AMAZON, 2023).

O Kivy possui suporte nativo para Android, iOS, Windows, MacOS e Linux, sendo uma escolha ideal para o desenvolvimento de aplicativos móveis.

3.4 BUILDZER

Buildzer é uma ferramenta de linha de comando que converte, compilando aplicativos programados em Python, principalmente com Kivy para geração do formato de arquivo APK. Arquivos APK são os pacotes instaláveis para Android, iOS, MacOS e/ou Linux. Devido a limitação do Buildzer, foi necessário utilizar o sistema operacional Linux no computador. Caso fosse utilizado no Windows não iria realizar a ação corretamente.

Um arquivo único, "buildzer.spec", compila todos os dados programados no aplicativo, além de buscar e instalar as bibliotecas necessárias para a conversão, ao definir o nome do aplicativo, ícones e os módulos configurados no computador, todos serão modificados para o modelo APK. Além da possibilidade de informar qual será a versão do aplicativo compilado, todo o programa necessário para a conversão está conforme Figura 11.

Figura 11 - Buildozer.spec

```

1  [app]
2
3  # (outras configurações)
4  aandroid.gradle_dependencies = 'com.android.tools.build:gradle:8.4.0'
5
6  # (str) Title of your application
7  title =
8
9  # (str) Package name
10 package.name =
11
12 # (str) Package domain (needed for android/ios packaging)
13 package.domain = org.example
14
15 # (str) Source code where the main.py lives
16 source.include_exts = py,png,jpg,kv,atlas
17 source.dir = .
18
19 # (list) Application requirements
20 # comma separated e.g. requirements = python3,kivy
21 requirements = python3,kivy==2.1.0,kivymd==1.1.1
22
23
24 # (str) Application versioning (method 1)
25 version = 0.1
26
27 # (str) Application versioning (method 2)
28 # version.regex = __version__ = ['"](.*)[']
29 # version.filename = %(source.dir)s/main.py
30
31 # (str) Application versioning (method 3)
32 # version = 0.1
33 # package.version = 0.1
34
35 [buildozer]
36 # (int) Log level (0 = error only, 1 = info, 2 = debug (with command output))
37 log_level = 2

```

Fonte: PYPI (2023)

4 APLICATIVO PARA A ANÁLISE DE DEMANDA CONTRATADA

Através da programação em Python, utilizando somente os dados da conta de energia elétrica, foi possível desenvolver um aplicativo Android que fornece aos consumidores A4 uma ferramenta para avaliar seus valores de demanda de energia elétrica.

4.1 DESENVOLVIMENTO DO APLICATIVO

A fim de facilitar o cálculo e visualização do consumidor, foi desenvolvido um aplicativo que o consumidor possa ver a demanda ideal do seu prédio a partir dos dados de sua conta de energia elétrica, adicionando os dados direto no celular.

Para o desenvolvimento do aplicativo, foi necessário utilizar algumas das seguintes ferramentas:

- Linguagem de programação Python;
- Kivy, framework para programação na linguagem Python;
- Ambiente de desenvolvimento Linux;
- Buildozer, programa de conversão;
- Celular Android para testes.

Para codificar a programação é necessário definir as bibliotecas para o desenvolvimento do aplicativo de análise. As bibliotecas utilizadas para o programa foram definidas, a “Numpy” (Numerical Python), sendo responsável por objetos array (matrizes), sendo multidimensional e a “Matplotlib.pyplot”, uma biblioteca que traz a possibilidade de criar gráficos em Python. Ambas bibliotecas estão disponíveis de forma gratuita na comunidade de Python da internet (PYPI, 2023).

Além das bibliotecas nativas do Python, é necessário a utilização de bibliotecas do Kivy, responsáveis pelos layouts do aplicativo, possibilitando colocar campos para preenchimento e determinar as ações de cada interação e botão. Todas as bibliotecas utilizadas podem ser observadas na Figura 12.

Figura 12 - Bibliotecas do DemandaApp

```

1  import numpy as np
2  import matplotlib.pyplot as plt
3  import os
4  from kivy.app import App
5  from kivy.ui.boxlayout import BoxLayout
6  from kivy.ui.label import Label
7  from kivy.ui.image import Image
8  from kivy.ui.screenmanager import ScreenManager, Screen
9  from kivy.ui.scrollview import ScrollView
10 from kivy.ui.gridlayout import GridLayout
11 from kivy.ui.textinput import TextInput
12 from kivy.ui.button import Button
13 from kivy.ui.widget import Widget
14 from kivy.ui.floatlayout import FloatLayout
15 from kivy.ui.relativelayout import RelativeLayout
16 from kivy.metrics import dp # Importe o método dp para usar unidades de pixels independentes de densidade

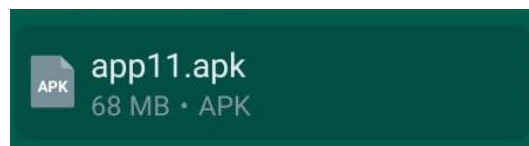
```

Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir das Equações (2) e (3), as entradas de dados são as demandas de cada consumidor e a tarifa de demanda, são os dados de entrada do aplicativo. Estes dados são definidos inicialmente no aplicativo, em uma matriz, determinada na programação por “monthly_demand_values = []”, onde são armazenadas as demandas mensais. Deve sempre estar vazia quando iniciar-se o aplicativo, ou voltamos as telas.

Após a finalização da programação, foi feita a conversão via Buildozer, que gerou o arquivo APK, conforme Figura 13.

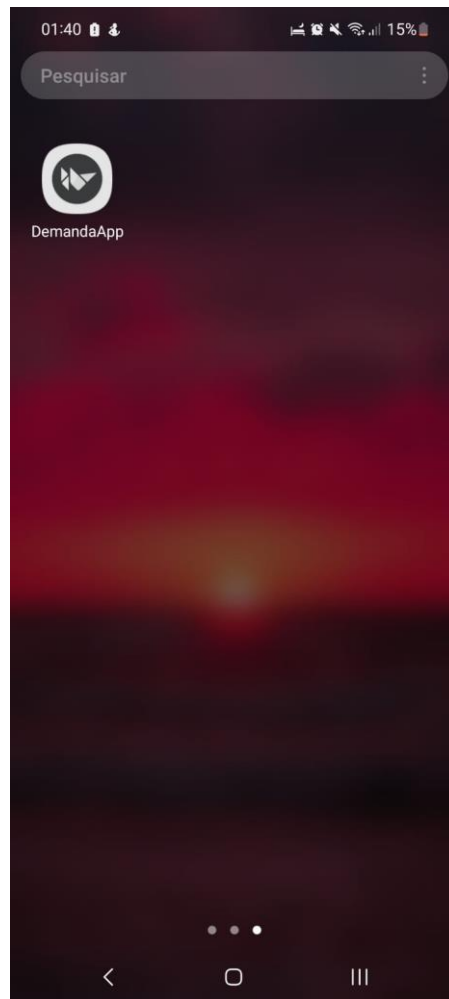
Figura 13- Arquivo APK



Fonte: Elaborado pelo autor.

Com o arquivo no formato APK foi possível realizar a instalação do mesmo no celular Android para testes, conforme Figura 14.

Figura 14 – Aplicativo DemandaApp Instalado no Android



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2 EXECUÇÃO E FUNCIONAMENTO DO APLICATIVO

O layout do aplicativo foi pensado para ser intuitivo e fácil compreensão, com cada item sendo descrito logo acima de seu campo de preenchimento, a unidade de medida quando necessário e exemplos de como os valores devem ser inseridos.

Definiu-se quatro entradas de dados iniciais, sendo obrigatórios: a Tarifa de Demanda do consumidor, quantidade de meses avaliados, a data inicial dos dados e a demanda contratada. Na Figura 15 é apresentada a tela de entrada de dados.

Figura 15 - Tela Inicial DemandaApp – a) Exemplos de preenchimento. b) Valores preenchidos corretamente.

Análise de Demanda Contratada

Desenvolvido por: Amanda de Barros Carpi

Todos os campos são obrigatórios

Tarifa de Demanda (R\$):

Ex: 17.92

Quantidade de meses:

Ex: 12

Mês Inicial:

Ex: 032023

Demanda Contratada (kW):

Ex: 75

Gerar Campos

unesp

a)

Análise de Demanda Contratada

Desenvolvido por: Amanda de Barros Carpi

Todos os campos são obrigatórios

Tarifa de Demanda (R\$):

17.92

Quantidade de meses:

12

Mês Inicial:

012022

Demanda Contratada (kW):

75

Gerar Campos

unesp

b)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a entrada de dados devem ser utilizadas até duas casas decimais para a tarifa de demanda, utilizando o ponto para separar a parte inteira. Os demais campos devem ser valores inteiros, conforme o exemplo. Na sequência, deve ser acionado o botão "Gerar Campos", que depende da data de início e da quantidade de meses que foi solicitada para análise. Os dados na Figura 15(b) são para doze meses, iniciando em janeiro de 2022.

Para o desenvolvimento desta tela, os títulos iniciais, que são de simples programação que inclui na tela o título, qual o alinhamento, posição, se estara em negrito, tamanho, e foi usado este modelo para todos os títulos.

Cada um dos outros campos foram definidos, seus tamanhos e quantos são, onde seriam visualizados e cada variável atribuída, de forma de armazenar os dados para os cálculos. Os títulos são inseridos e defino os campo de dados, e dentro dele a orientação e a posição nos eixos x e y da tela. E combina-se os textos dos títulos e utilizo os dados das entradas.

Na Figura 16 são apresentados os doze campos para se preencher, contando com o início em 12/2021.

Figura 16 - Segunda Tela DemandaApp

Análise de Demanda Contratada
Inserir os valores de Demanda Medida

Voltar

01/2021:	Valor
02/2021:	Valor
03/2021:	Valor
04/2021:	Valor
05/2021:	Valor
06/2021:	Valor
07/2021:	Valor
08/2021:	Valor
09/2021:	Valor
10/2021:	Valor

Gerar Gráfico

unesp

Análise de Demanda Contratada
Inserir os valores de Demanda Medida

Voltar

03/2022:	29
04/2022:	43
05/2022:	33
06/2022:	35
07/2022:	31
08/2022:	40
09/2022:	42
10/2022:	45
11/2022:	48
12/2022:	55

Gerar Gráfico

unesp

Fonte: Elaborado pelo autor.

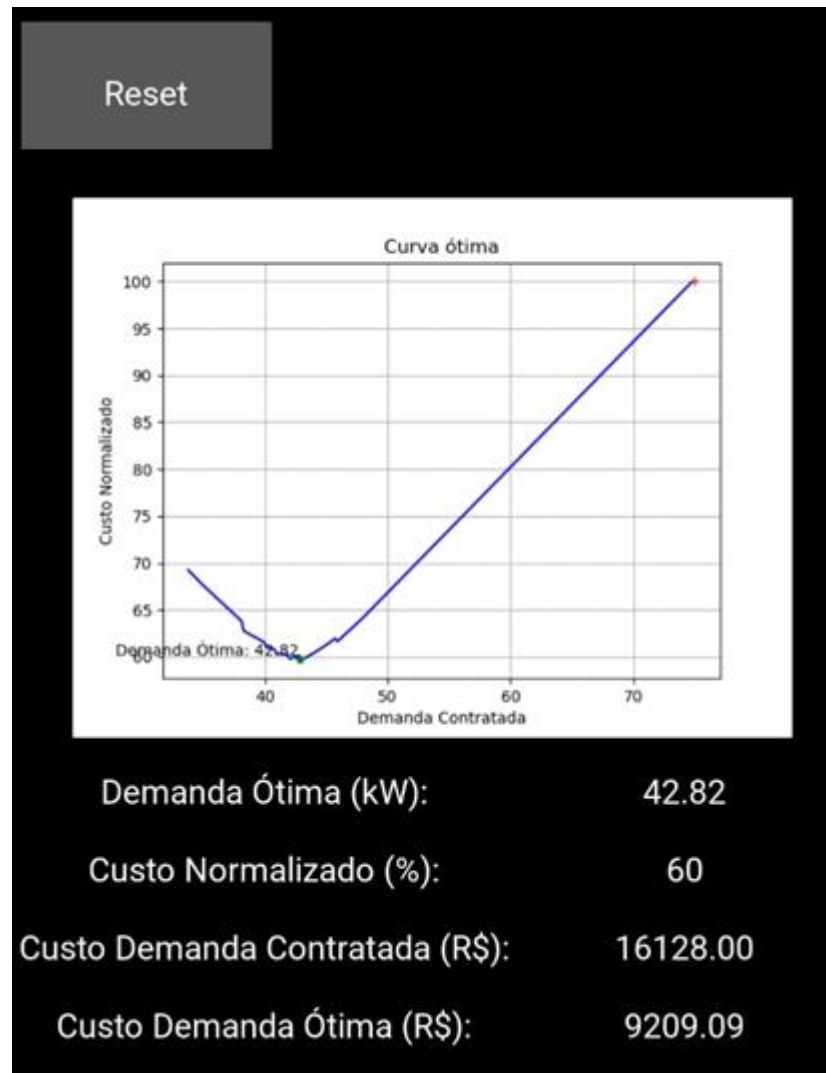
A segunda tela do aplicativo, existiu a necessidade de criar os campos de acordo com a data de início e o número de meses inseridos na primeira tela.

Com os campos apresentados, deve ser preenchida a tabela com os valores mensais da Demanda Medida utilizando-se apenas números inteiros. Após a digitação, deve-se selecionar "Gerar Gráfico".

Para os calculos, definiu-se as variáveis através das equações de demanda ótima, separadas no próprio aplicativo por comentários para facilitar o entendimento

A Figura 17 apresenta o gráfico gerado a partir da Equação (2) e (3), utilizando dados que foram inseridos nas duas telas. A curva de demanda é apresentada bem como os pontos de demanda contratada (ponto vermelho) e demanda ótima (ponto verde), além de dados importantes na parte inferior.

Figura 17 - Terceira Tela DemandaApp



Fonte: Elaborado pelo autor.

Adicionalmente, abaixo da curva, são exibidos o valor da Demanda Ótima (kW), Custo Normalizado em relação a demanda contratada e os valores anuais sob cada uma das demandas.

4.3 VALIDAÇÃO DO APLICATIVO – ESTUDO DE CASO

Os dados utilizados foram retirados do histórico de consumo de prédios públicos de Ilha Solteira-SP, que pertencem à categoria A, subgrupo A4.

O aplicativo foi utilizado para estimar a demanda ótima real de um consumidor A4, tarifa verde, e validar pelo lado do consumidor as informações recebidas a partir da sua conta de energia elétrica de forma mais simples.

Realizou-se a comparação de três avaliações de consumidores apresentados no trabalho de graduação “Avaliação Técnica e Econômica de Demanda Contratada de Prédios Público no Município de Ilha Solteira” (GALBIERO, 2023).

Os gráficos utilizados foram do comportamento da função custo da demanda, o eixo x apresenta a Demanda e o eixo y o valor da Função Custo, o valor é normalizado em 100% para a Demanda Contratada. Em seu valor mínimo, obtém-se a demanda ótima estimada representada pelo ponto verde enquanto a demanda contratada é representada pelo ponto vermelho.

4.3.1 Consumidor 1– Ginásio de Esportes

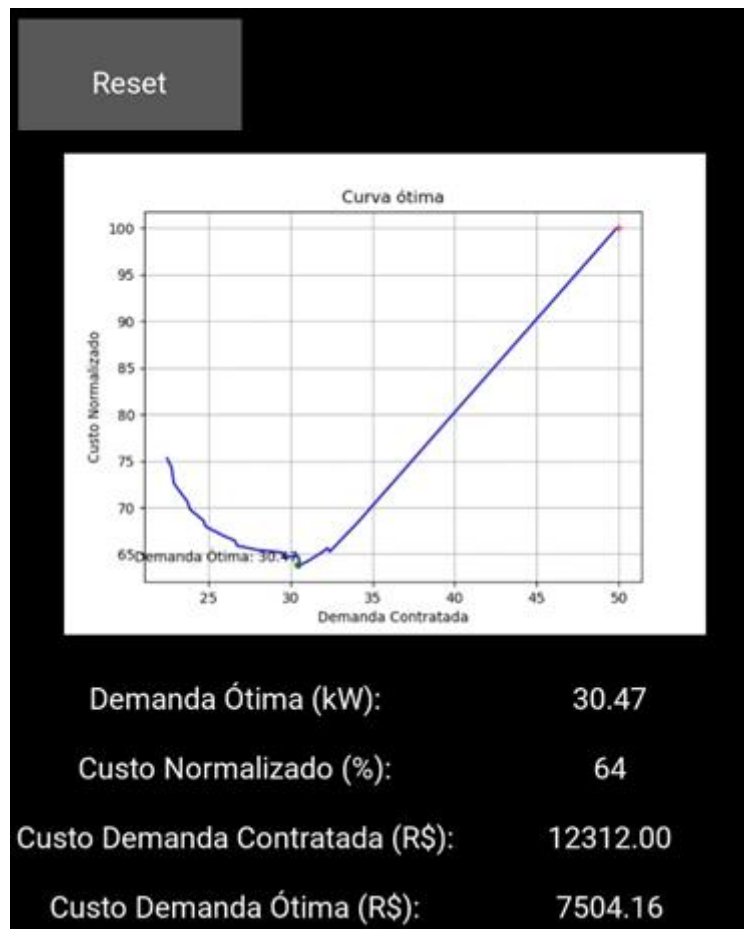
O prédio analisado é um ginásio esportivo e os dados são do período de dezembro de 2021 até novembro de 2022.

Obteve-se a demanda medida mensalmente em kW, a tarifa de demanda do local e a demanda contratada, através do histórico das contas de energia elétrica do consumidor.

- Demanda medida (kW): 23 - 25 - 34 - 24 - 28 - 31 - 32 - 32 - 26 - 24 - 24 – 27;
- Demanda Contratada: 50 kW;
- Tarifa de Demanda: R\$ 20,52.

Preenchendo todos os campos de entrada de dados do aplicativo, obteve-se a Figura 18.

Figura 18 – Demanda Ótima Consumidor 1

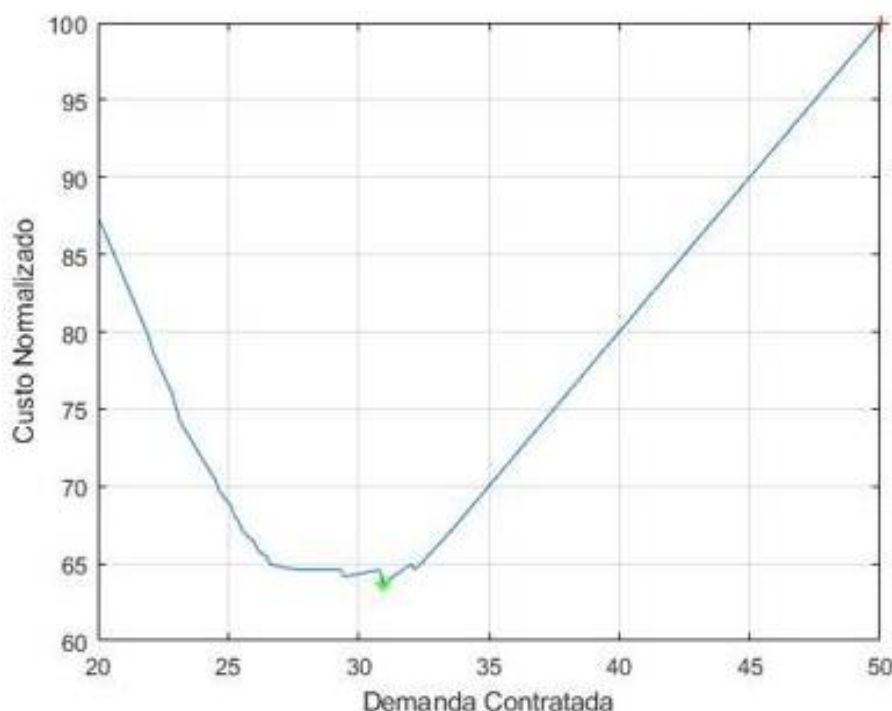


Fonte: Elaborado pelo autor.

Observando o gráfico gerado no aplicativo, conforme a Figura 18, é possível observar que a demanda ótima calculada foi de 30,47 kW. O ponto verde representa a demanda ótima e tem custo de 64% em relação ao custo da demanda contratada de kW indicada no canto direito.

O gráfico gerado via MATLAB é apresentado na Figura 19.

Figura 19 - Curva Demanda Ótima via MATLAB Consumidor 1



Fonte: (Galbiero, 2023)

Em comparação com o apresentado a partir dos dados compilados via MATLAB, a demanda ótima encontrada foi de 30,9 kW e o custo da demanda contratada estimado foi de 63,67%. A diferença ocorre devido o valor de onde iniciou-se o calculo da curva ótima(Dinf), enquanto no aplicativo o primeiro ponto é em 22,5 da demanda contratada, o via MATLAB inicia-se em 20. (GALBIERO, 2023).

A partir dos valores da Figura 18, pode-se ver a similaridade com a Figura 19, mostrando que o aplicativo teve sucesso em realizar uma análise correta.

Logo, o consumidor poderia diminuir sua demanda contratada, já que diverge em mais de 19 kW de demanda não utilizada durante o ano todo.

Dessa forma, seria possível economizar mensalmente mais de R\$ 400,00, ou R\$ 4.807,84 anuais, considerando somente a tarifa e a demanda mensal, sem custos de impostos.

4.3.2 Consumidor 2 – Sede da Prefeitura

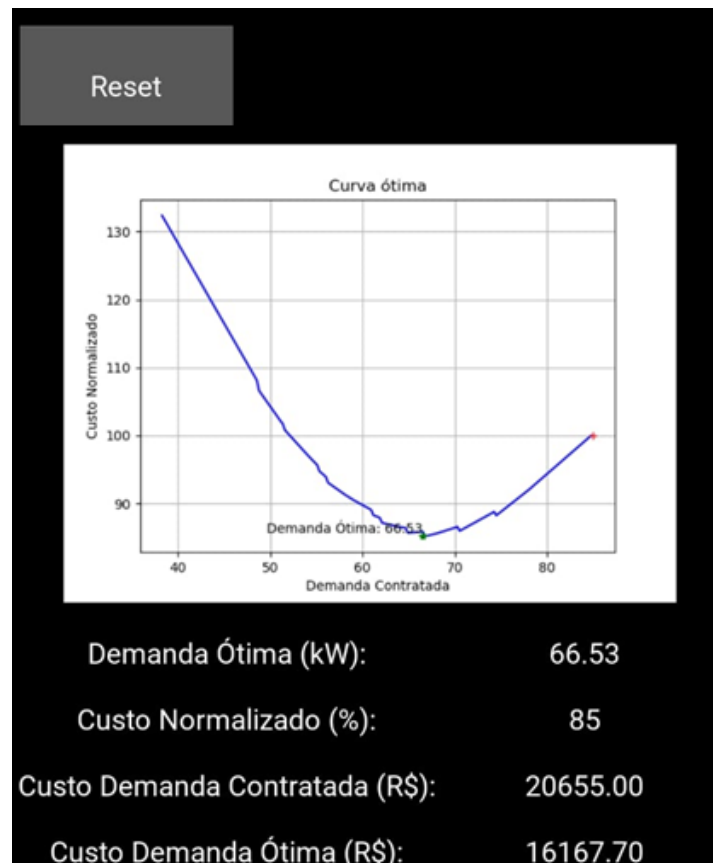
O prédio analisado é o da sede da prefeitura de Ilha Solteira, os dados são do período de dezembro de 2021 até novembro de 2022.

Obteve-se a demanda medida mensalmente em kW, a tarifa de demanda e a demanda contratada, a partir das contas de energia elétrica do consumidor.

- Demanda medida (kW): 70 - 65 - 68 - 74 - 59 - 58 - 51 - 51 - 54 - 64 - 78 - 66;
- Demanda Contratada: 85 kW;
- Tarifa de Demanda: R\$ 20,25.

Preenchendo todos os campos de entrada de dados do aplicativo, obteve-se a Figura 20.

Figura 20 - Demanda Ótima Consumidor 2

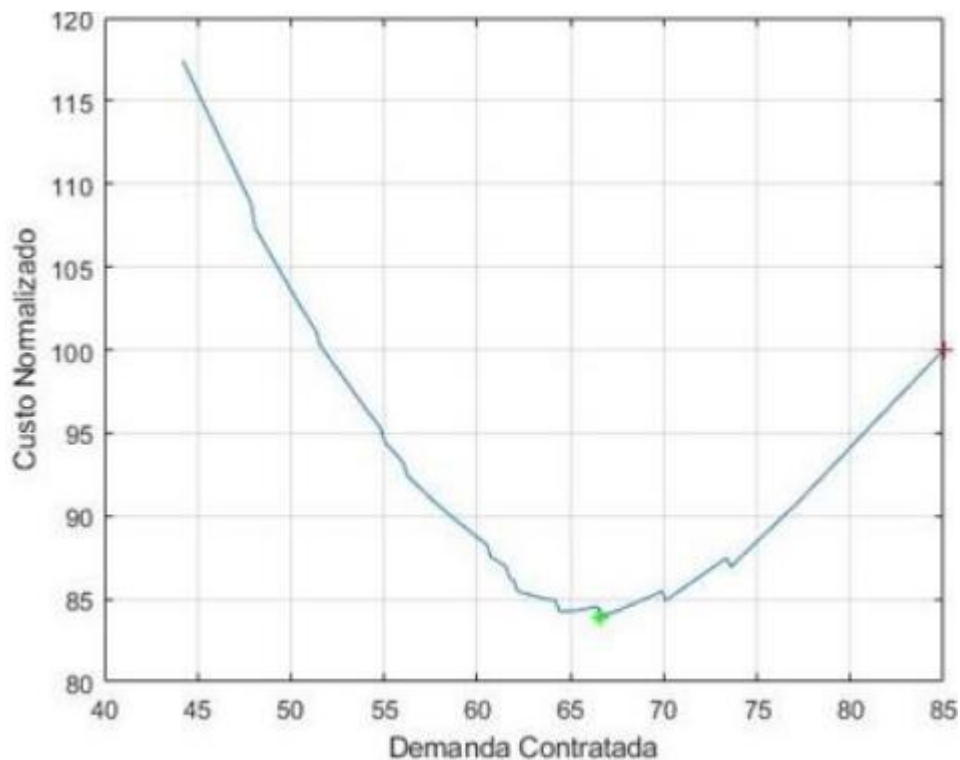


Fonte: Elaborado pelo autor

Observando o gráfico gerado no aplicativo, conforme a Figura 20, é possível observar que a demanda ótima calculada foi de 66,53 kW, 85% em relação ao custo da demanda contratada atual.

O gráfico gerado via MATLAB é apresentado pela Figura 21.

Figura 21 - Curva Demanda Ótima via MATLAB - Consumidor 2



Fonte: (Galbiero, 2023)

Em comparação com o apresentado a partir dos dados compilados via MATLAB, a demanda ótima encontrada foi de 66,7 kW e o custo médio estimado é de 83,97% em relação ao custo da demanda contratada atual. (GALBIERO, 2023).

Comparando novamente os resultados do aplicativo e do MATLAB, mostram a viabilidade do aplicativo, divergindo em sua demanda ótima em menos de 1 kW.

Analisando os valores do consumidor 2, a partir do dado do aplicativo, com a recontração, seria possível economizar R\$ 370,00 mensalmente e até R\$ 4.487,30 anualmente.

4.3.3 Consumidor 3 – Escola

O prédio analisado é uma escola pública de Ilha Solteira, os dados são do período de dezembro de 2021 até novembro de 2022.

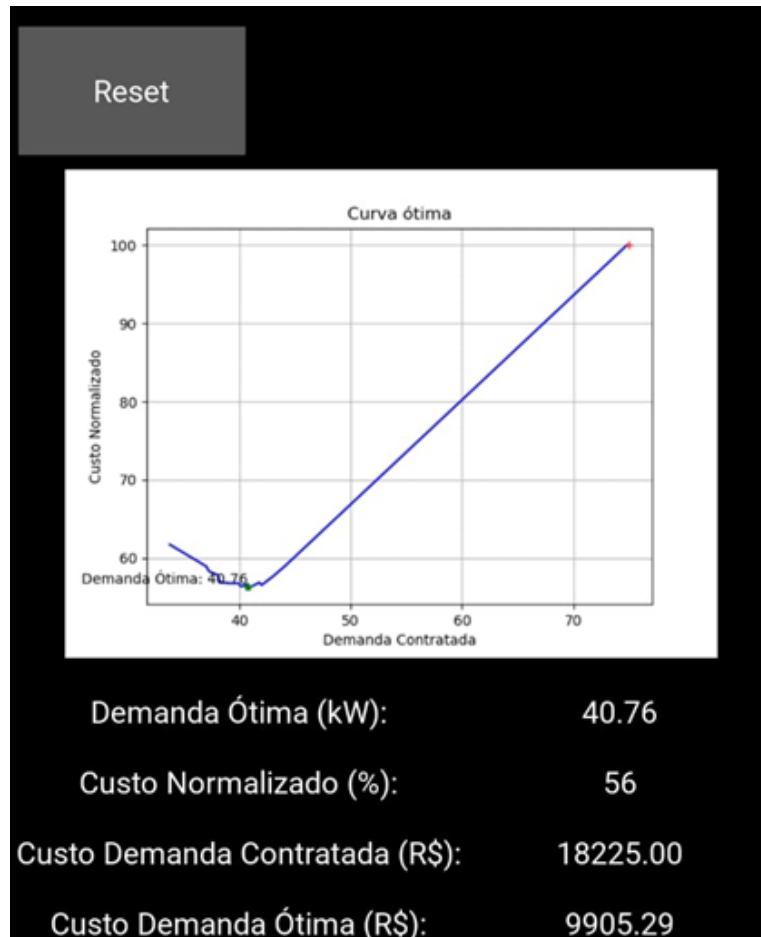
Obteve-se a demanda medida mensalmente em kW, a tarifa de demanda do local e a demanda contratada, através do histórico das contas de energia elétrica do consumidor.

- Demanda medida (kW): 40 - 44 - 29 - 43 - 42 - 40 - 32 - 32 - 21 - 25 - 39 - 40;
- Demanda Contratada: 75 kW;

- Tarifa de Demanda: R\$ 20,25.

Preenchendo todos os campos de entrada de dados do aplicativo, obteve-se a Figura 22.

Figura 22 - Demanda Ótima Consumidor 3

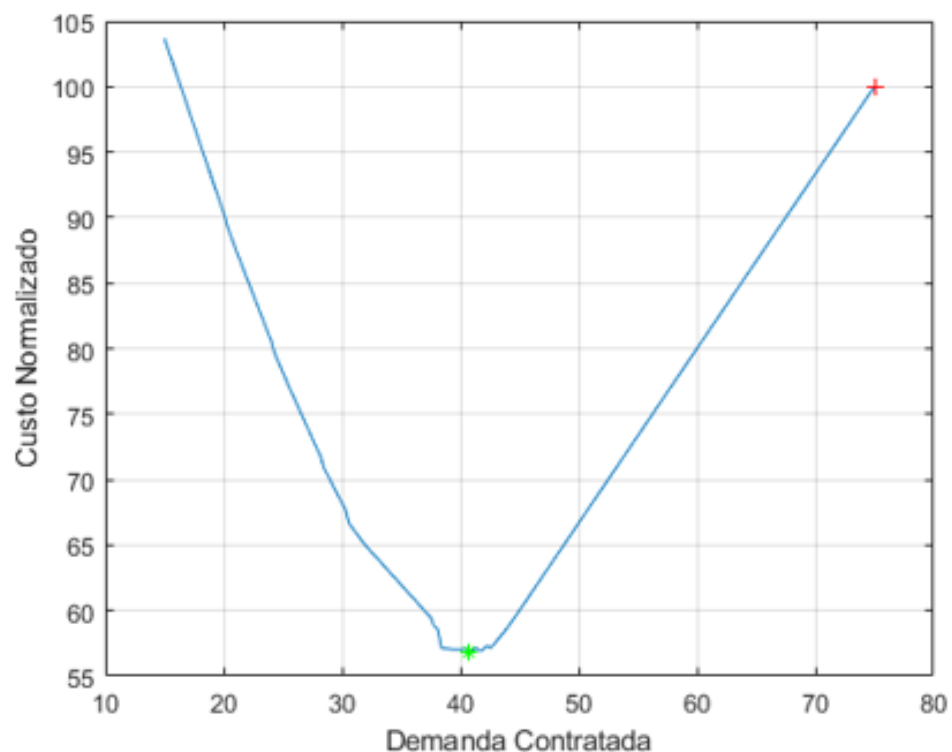


Fonte: Elaborado pelo autor

Observando o gráfico gerado no aplicativo, conforme a Figura 22, a demanda ótima calculada foi de 40,76 kW, 56% em relação ao custo da demanda contratada atual.

O gráfico gerado via MATLAB é apresentado na Figura 23.

Figura 23 - Curva Demanda Ótima via MATLAB - Consumidor 3



Fonte: (GALBIERO, 2023)

Em comparação com o apresentado a partir dos dados compilados via MATLAB, a demanda ótima encontrada foi de 40,8 kW e o custo médio estimado é de 56,8% em relação ao custo da demanda contratada. (GALBIERO, 2023).

Comparando novamente os resultados do aplicativo e do MATLAB, mostram a viabilidade do aplicativo, divergindo em sua demanda ótima em menos de 0,05 kW. Logo, o consumidor poderia diminuir sua demanda contratada para a demanda ótima do aplicativo, já que diverge em mais de 34 kW de demanda não utilizada durante o ano todo, e o consumidor está pagando sem consumir efetivamente o valor. Seria possível economizar mensalmente R\$ 693,00, e anualmente, mais de R\$ 8.300,00.

4.3.4 Consumidor 4 – Universidade

O prédio analisado será o de um dos Campus da Universidade Estadual Paulista de Ilha Solteira, os dados foram retirados de contas do período de janeiro de 2023 até dezembro de 2023.

- Demanda medida (kW): 118 - 117 - 122 - 154 - 125 - 94 - 69 - 73 - 94 - 174 - 154 - 165;
- Demanda Contratada: 210 kW;

- Tarifa de Demanda: R\$ 28,71.

Preenchendo todos os campos de entrada de dados do aplicativo, obteve-se a Figura 24.

Figura 24 - Demanda Ótima Consumidor 4



Fonte: Elaborado pelo autor.

Observando o gráfico gerado no aplicativo, conforme a Figura 24, é possível observar que a demanda ótima calculada foi de 119,33 kW, 73% em relação ao custo da demanda contratada atual.

Logo, o consumidor poderia diminuir sua demanda contratada para a informada pelo aplicativo, já que diverge em mais de 90 kW de demanda não utilizada durante o ano todo, onde o consumidor está pagando sem consumir efetivamente o valor.

Seria possível economizar mensalmente R\$ 2.603,00, e anualmente, mais de R\$ 31.236,00 reais.

5 CONCLUSÃO

O objetivo principal deste trabalho foi desenvolver um aplicativo para utilização em smartphones, para analisar a demanda contratada de consumidores do Grupo A, subgrupo A4 em Ilha Solteira, de forma que valores contratados de forma incorreta pudessem ser alterados.

Sua base de programação foi a linguagem Python, com diversas bibliotecas Kivy, e seu desenvolvimento veio a partir das normas vigentes da ANEEL, sendo a responsável pelas definições das tarifas, classes de tarifação e demanda de energia, além de funções custo.

O aplicativo é gratuito e de fácil instalação, o mesmo traz uma independência maior aos consumidores para realizar as análises sempre que receberem uma nova conta de energia elétrica, trazendo uma periodicidade para a análise, proporcionando uma facilidade maior para avaliar a demanda contratada de consumidores A4.

Foi possível comparar os resultados do aplicativo com os resultados calculados via MATLAB, mostrando um desempenho satisfatório e valores condizentes, uma ferramenta confiável para verificar a necessidade de recontração de demanda.

Como sugestão de trabalho futuro, para evitar a necessidade de consultas das contas de energia uma por uma, caso a distribuidora conceda as contas de energia elétrica em formato de API, o aplicativo poderia ser modelado para retirar automaticamente as demandas mensais de cada mês.

REFERÊNCIAS

AMAZON, AWS Amazon - **O que é uma framework em programação e engenharia?** Amazon, 2023. Disponível em: < <https://aws.amazon.com/pt/what-is/framework/>>. Acesso em Out. de 2023.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica – **Classes de Consumo**. ANEEL , Fevereiro, 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/tarifas/entenda-a-tarifa/classes-de-consumo> >. Acesso em Out. de 2023.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica - . **Histórico**. ANEEL, Janeiro, 2022. Disponível em: < <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/tarifas/entenda-a-tarifa/classes-de-consumo> >. Acesso em Out. de 2023.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica – **Modalidades Tarifárias**. ANEEL , 24 de fev de 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/tarifas/entenda-a-tarifa/classes-de-consumo> >. Acesso em Out. de 2023.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica – **Resolução Normativa Aneel N° 1.000**, de 7 dez de 2021. Disponível em: < <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren20211000.pdf> >. Acesso em Out. de 2023.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica - **Tarifa Branca**. ANEEL, 16 de jan. de 2020. Disponível em: <<https://www.aneel.gov.br/tarifa-branca>>. Acesso em Out. de 2023.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica - **Tarifas aos consumidores**. ANEEL, 3 de abr. de 2017. Disponível em: < <https://www.aneel.gov.br/tarifas-consumidores>>. Acesso em Out. de 2023.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica -**Postos Tarifários das Distribuidoras**. ANEEL, 2023. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiaZTQyNGM4ZWltYzI2ZC00YmU0LTg0OWUtNzMwODRmMmFhNTcwliwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYTctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBIMSIsImMiOiJR9>. Acesso em Out de 2023.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica - **Valores das bandeiras tarifárias são atualizados para o período 2022-2023**. Aneel, 21 de Jun de 2022. Disponível em: < <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/noticias/2022/valores-das-bandeiras-tarifarias-sao-atualizados-para-o-periodo-2022-2023>>. Acesso em Out. de 2023.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica -**Bandeiras Tarifárias** – Relatório de Acionamento. ANEEL, 2022. Disponível em: < https://git.aneel.gov.br/publico/centralconteudo/-/raw/main/relatorioeindicadores/tarifaeconomico/Relatorio_Acionamento_Bandeiras_Tarif%C3%A1rias.pdf>. Acesso em Out. de 2023.

ARTIMA - **The Making of Python A Conversation with Guido van Rossum**, Part I, 13 de JAN de 2003. Disponível em: < <https://www.artima.com/articles/the-making-of-python> > . Acesso em Out. de 2023.

BEN, **Análise de Energia e Dados agregados**, Fluxo Elétrico, 2022. Disponível em < <https://dashboard.epe.gov.br/apps/ben/>>. Acesso em Nov. de 2023.

CANESIN, C. A. **Qualidade da Energia Elétrica, Eficiência e Racionalização – Desperdício versus Desconhecimento**. 2001. Universidade Estadual Paulista – UNESP. Ilha Solteira. 3 f. Disponível em: <<http://cricte2004.eletrica.ufpr.br/mehl/posgrad/ArtigoCanesin.pdf>> . Acesso em Nov. de 2023.

CASTRO, R. A. **Demanda de energia elétrica em consumidores do grupo A**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais, 2018. Acesso em Nov. de 2023.

ECOIA Energia Renováveis. **Demanda contratada**. ECOIA, 4 de nov. de 2020. Disponível em: <<https://www.ecoiaenergias.com.br/2020/11/04/demanda-contratada/>>. Acesso em: Acesso em Nov. de 2023.

ENERGÊS, **Entendendo a Fatura de Energia – 1**, 2020. Disponível em: < <https://energes.com.br/entendendo-a-fatura-de-energia/>> Acesso em Nov. de 2023.

EPE, **Balanco energético Nacional**, 2023. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-748/topico-687/BEN2023.pdf>. Acesso em Nov. de 2023.

EPE, **Quem Somos**, 2023. Disponível em: < <https://www.epe.gov.br/pt/a-epe/quem-somos> >. Acesso em Nov. de 2023.

FGV, **Uso de TI no Brasil: País tem mais de dois dispositivos digitais por habitante, revela pesquisa**, 2023. Disponível em: < <https://portal.fgv.br/noticias/uso-ti-brasil-pais-tem-mais-dois-dispositivos-digitais-habitante-revela-pesquisa>>. Acesso em Nov. de 2023.

FRANCISQUINI, **Estimação de curvas de carga em pontos de consumo e em transformadores de distribuição**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Disponível em:<https://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/engenhariaeletrica/pos-graduacao/161_dissertacao_aislan_antonio_francisquini.pdf>. Acesso em Nov. de 2023.

FIGUEIREDO, Hiná Trajano. **Avaliação de aplicativos de celulares para análise do sono**. 2022. 50 f., il. Dissertação (Mestrado em Odontologia) — Universidade de Brasília, Brasília, 2022. Disponível em: <http://www.realp.unb.br/jspui/handle/10482/44378>> Acesso em Nov. de 2023.

GALBEIRO, R. S. **Avaliação técnica e econômica de demanda contratada de prédios públicos no município de Ilha Solteira**, 2023. Trabalho Graduação, Graduação em Engenharia Elétrica, – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira, 2023. Disponível em <

<https://repositorio.unesp.br/items/5213667c-f0c0-4ad5-8eb7-7c8658f3df1d> >. Acesso em Nov. de 2023.

GOV, **Brasil é referência no campo da energia limpa e renovável**, 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/pt-br/noticias/energia-minerais-e-combustiveis/2021/10/brasil-e-referencia-no-campo-da-energia-limpa-e-renovavel>>. Acesso em Dez. de 2023.

ICA, **Gestão de Energia**, 2015. Disponível em: <http://energif.mec.gov.br/images/materiais/materiais8.pdf>. Acesso em Nov. de 2023.

IPCC, **Climate Change 2023 Synthesis Report**, 2023. Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf. Acesso em Nov. de 2023.

KIVY, **About Us**, 2023. Disponível em <<https://kivy.org/about.html>>. Acesso em 13 de jun de 2023.

LOBATO, **Tarifas de Energia**, 2019. Disponível em: <https://fotos.habitissimo.com.br/foto/tarifas-de-energia_942199>. Acesso em Nov. de 2023.

MAPA, **Memória da Administração Pública Brasileira** - Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil. MAPA, 05 de dez de 2019. Disponível em: <<http://mapa.an.gov.br/index.php/dicionario-primeira-republica/756-servico-geologico-e-mineralogico-do-brasil>>. Acesso em Nov. de 2023.

ONS, **Carga do Sin Supera Pela Primeira Vez Patamar acima de 100 GW**, 2023. Disponível em: <<https://www.ons.org.br/paginas/noticias/details.aspx?i=9716>>. Acesso em Nov. de 2023.

OPEE, OBSERVATÓRIO DO PROGRAMA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA, **Índices**, 2023. Disponível em: < <https://siase.aneel.gov.br/WebOpee/>>. Acesso em Nov. de 2023.

PYTHON, Python Brasil - **História do Python**. Python, 26 de set de 2008. Disponível em: <<https://wiki.python.org.br/HistoriaDoPython#:~:text=Hist%C3%B3ria%20do%20Python%201%20Python%20Nasceu%20No%20Natal,...%205%20O%20Futuro%20...%206%20Refer%C3%A2ncias%20>> . Acesso em Nov. de 2023.

PYPI, **Numpy**, 2023. Disponível em: < <https://pypi.org/project/numpy/>>. Acesso em Nov. de 2023.

PYPI, **Buildozer**, 2023. Disponível em: < <https://pypi.org/project/buildozer/>>. Acesso em Nov. de 2023.

SANCHES, B. L. P. **Avaliação de Reconstrução de Demanda de Consumidores A4 do Setor Público**, 2022. Trabalho de Graduação, Graduação em Engenharia Elétrica, – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira,

2022. Disponível em: < <https://repositorio.unesp.br/items/f498b02d-94d3-4f10-a31f-bb171b15f0e2>>. Acesso em Out. de 2023.

SERRO, Bernardo. **Enquadramento tarifário e adequação de demanda contratada: estudo de caso para a Associação dos Professores Universitários de Santa Maria**. Revista Especialize On-line IPOG, Goiânia, volume 1, edição nº 15, p. 1 - 18, julho de 2018.