UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Ilha Solteira - SP

BRUNO LEONARDO POMPEO SANCHES

AVALIAÇÃO DE RECONTRATAÇÃO DE DEMANDA DE CONSUMIDORES A4 DO SETOR PÚBLICO.

Ilha Solteira

2022

BRUNO LEONARDO POMPEO SANCHES

AVALIAÇÃO DE RECONTRATAÇÃO DE DEMANDA DE CONSUMIDORES A4 DO SETOR PÚBLICO.

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 Antonio Alves

Orientador

Ilha Solteira

2022

FICHA CATALOGRÁFICA
Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

S211a

Sanches, Bruno Leonardo Pompeo.
Avaliação de recontratação de demanda de consumidores A4 do setor público / Bruno Leonardo Pompeo Sanches. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2022
63 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Elétrica) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2022

Orientador: Carlos Antonio Alves
Inclui bibliografia

1. Recontratação de demanda. 2. Função custo. 3. Auditoria energética.

Raiane da Silva Santos
Supervisora Técnica de Seção
Seção Técnica de Referência, Atendimento ao usuário e Documentação
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação
CRB/8 - 9999

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Ilha Solteira

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE GRADUAÇÃO

Aos vinte e seis dias do mês de julho do ano de dois mil e vinte e dois, o discente ***Bruno Leonardo Pompeo Sanches,*** matriculada sob o nº 161053343, tendo como banca examinadora o seu orientador, o *Prof. Dr. Carlos Antônio Alves, o Prof. Dr. Fabio Bertequini Leão e a Doutoranda Mariana Costa Falcão,* apresentou o Trabalho de Graduação intitulado **"Avaliação de Recontratação de Demanda de Consumidores A4 do Setor Público",** obtendo a nota 9,0 (nove) e conceito **Aprovado**.

Prof. Dr. Carlos Antônio Alves
- Orientador-

Bruno Leonardo Pompeo Sanches

Bruno Leonardo Pompeo Sanches
- Discente -

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

Mariana Costa Falcão

Profa. MSc. Doutoranda. Mariana Costa Falcão
- Membro da Banca -

Faculdade de Engenharia – Departamento de Engenharia Elétrica
Avenida Professor José Carlos Rossi, 1370 - CEP 15.385-000, Ilha Solteira - SP - Brasil
Tel (18) 37431150 - Fax (18) 3742-2735 - www.feis.unesp.br

AGRADECIMENTOS

Dedico meus agradecimentos:

À minha família, em especial à minha mãe, Ivani, meu pai, Armel, minha avó, Ana, minhas tias, Ivonete e Ivone, por todo apoio e incentivo durante minha caminhada acadêmica e por todos os ensinamentos que me tornaram o homem de hoje.

A todos os meus amigos da turma 2016/1 do curso de Engenharia Elétrica, que partilharam comigo momentos inesquecíveis, de muitas dificuldades e aprendizados e que levarei para sempre em minha vida.

A todos os meus amigos e estudantes da UNESP, que compartilharam de suas experiências no meu caminhar.

Aos queridos professores, técnicos de laboratório, e funcionários da UNESP, que contribuíram para minha formação. Em especial ao professor Dr. Carlos Antonio Alves, que me guiou na maior parte da formação, dentro e fora das salas de aula, em grupos extracurriculares, estágios e trabalho de graduação.

RESUMO

A avaliação da contratação de demanda e do enquadramento tarifário no mercado de energia elétrica cativo pode representar ganhos financeiros significativos dentro de uma análise geral de uma auditoria energética ampla. Com toda estrutura vigente no Brasil, é possível, com um montante de dados, estudar possibilidades que visam a economia financeira para diferentes setores, assim como, analisar a legislação do país quanto às tarifas de energia elétrica e contratação de demanda para consumidores do grupo A subgrupo A4, segundo Resoluções Normativas da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), órgão responsável pela regulação do setor elétrico nacional. A partir do histórico de contas de energia elétrica será avaliada uma possível mudança na contratação de demanda e quantificada a economia a ser obtida, visando a adequação de contratos. Para esse objetivo, será utilizado planilha eletrônica e programação da função custo da demanda de energia.

Palavras-chave: Recontratação de demanda, Função Custo, Auditoria energética.

ABSTRACT

The assessment of demand contracting and the tariff framework in the captive electricity market can represent significant financial gains within an overall analysis of a broader energy audit. With all the structure active in Brazil, it is possible, with an amount of data, to study possibilities that aim at the financial economy for different sectors, as well as analyzing the country's legislation regarding electricity tariffs and demand contracting for consumers of group A subgroup A4, according to Normative Resolutions of the National Electric Energy Agency (ANEEL), agency responsible for regulating the national electricity sector. From the history of electricity bills, a possible change in demand contracting will be evaluated, and the savings to be obtained will be quantified, aiming at the adequacy of contracts. For this purpose, an electronic spreadsheet and programming of the energy demand cost function will be used

Keywords: Demand Recontracting, Cost Function, Energy Audit.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Gestão de fluxo para uso racional de energia.....15
Figura 2 - Demanda média no intervalo de 15 minutos.....18
Figura 3 - Curva de Demanda.....19
Figura 4 - Demanda Contratada.....20
Figura 5 - Fator de Carga.....21
Figura 6 - Triângulo de Potências.....22
Figura 7 - Ambientes de Contratação Livre e Regulado.....24
Figura 8 - Horário Ponta, Fora Ponta e Intermediário.....27
Figura 9 - Estrutura Tarifa Verde.....29
Figura 10 - Estrutura Tarifária Azul.....30
Figura 11 - Tarifas de energia elétrica horo sazonal AZUL consumidor A4.....30
Figura 12 - Tarifas de energia elétrica horo sazonal VERDE consumidor A4.....31
Figura 13 - Bandeiras Tarifárias.....32
Figura 14 - Segunda Via da conta de energia de um consumidor Y do grupo A subgrupo A4.....34
Figura 15 - Gráfico do Consumo Total (kWh).....39
Figura 16 - Demanda fora de ponta entre os anos.....41
Figura 17 - Curva de Estimativa de Demanda Ótima 2018.....43
Figura 18 - Curva de Estimativa de Demanda Ótima 2018 com variação de -10% a 10% de demanda contratada.....44
Figura 19 - Histórico de Demanda Medida, Demanda Contratada e Demanda Ótima 2018.....45
Figura 20 - Gráfico do Consumo Total (kWh).....47
Figura 21 - Demanda fora de ponta entre os anos.....48
Figura 22 - Curva de Estimativa de Demanda Ótima 2019.....50
Figura 23 - Curva de Estimativa de Demanda Ótima 2019 com variação de -10% a +10% de demanda contratada.....50
Figura 24 - Histórico de Demanda Medida, Demanda Contratada e Demanda Ótima 2019.....51

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Feriados Nacionais.....27
Quadro 2 - Horários de ponta para os estados brasileiros conforme as concessionárias de energia.....28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados de consumo ponta e fora de ponta entre os anos 38
Tabela 2 - Consumo anual 40
Tabela 3 – Dados de demanda ponta e fora de ponta entre os anos 40
Tabela 4 - Valores das tarifas de Energia Horo sazonal Verde – A4 42
Tabela 5 - Comparativo entre demandas 42
Tabela 6 - Valores economizados em demanda sob nova contratação 45
Tabela 7 - Dados de consumo ponta e fora de ponta entre os anos 46
Tabela 8 - Consumo anual 47
Tabela 9 – Dados de demanda ponta e fora de ponta entre os anos 48
Tabela 10 - Comparativo entre demandas 49
Tabela 11 - Valores economizados em demanda sob nova contratação 51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACR- Ambiente de Contratação Regulada;

ALC – Ambiente de Contratação Livre;

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica;

CCEE - Câmara de Comercialização de Energia Elétrica;

CNAEE - Conselho Nacional de Águas e 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;

FP – Fator de potência;

FC – Fator de carga;

ICMS – Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços;

IGP-M - Índice Geral de Preços ao Mercado;

OMS – Organização Mundial da Saúde;

ONS - Organização Nacional do Sistema;

PCH – Pequenas Centrais Hidrelétricas;

PIS – Programa de Integração Social;

PLD - Valor em R$ de energia em curto prazo;

REN – Resolução Normativa;

TE – Tarifa de energia;

TSEE - Tarifa Social de Energia Elétrica;

TUSD – Tarifa de uso do sistema de distribuição;

UC – Unidade Consumidora.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 14

1.1 O USO EFICIENTE DE ENERGIA PARA REDUÇÃO DE CUSTOS 15

1.2 OBJETIVOS 17

2 CONCEITOS SOBRE DEMANDA DE ENERGIA ELÉTRICA 18

2.1 AVALIAÇÃO DA DEMANDA 19

2.3 FATOR DE POTÊNCIA PARA ANÁLISE DE DEMANDA 22

3 CLASSIFICAÇÃO DE CONSUMIDORES 24

3.1 ENQUADRAMENTO TARIFÁRIO 25

3.2 ESTRUTURA TARIFÁRIA 28

3.3 TARIFAS E TRIBUTOS 33

3.4 ANÁLISE DA CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA 34

3.5 FUNÇÃO CUSTO DE DEMANDA 35

4 AVALIAÇÃO DE CONSUMIDORES DO GRUPO A SUBGRUPO A4 – ESTUDO DE CASO 37

4.1 PERFIL DE CONSUMO – CONSUMIDOR 1 38

4.1.1 Adequação de contrato de demanda 41

4.1.2 Resultados sob nova contratação - Consumidor 1 42

4.2 PERFIL DE CONSUMO – CONSUMIDOR 2 45

4.2.1 Resultados sob nova contratação – Consumidor 2 49

4.3 PERSPECTIVA SOBRE NOVA CONTRATAÇÃO 52

5 CONCLUSÃO 53

REFERÊNCIAS 54

ANEXO A – TARIFAS DE ENERGIA ELÉTRICA PARA MODALIDADE HORÁRIA VERDE – SUBGRUPO A4 57

APÊNDICE A – CURVAS DE ESTIMATIVA DE DEMANDA ÓTIMA PARA ANOS DE 2019 A 2021 – CONSUMIDOR 1. 59

APÊNDICE B – CURVAS DE ESTIMATIVA DE DEMANDA ÓTIMA PARA ANOS DE 2020 A 2021 – CONSUMIDOR 2. 62

1 INTRODUÇÃO

A história do sistema de regulação de energia no Brasil começa em 1933, com a Reorganização ao Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, que tinha por objetivo estruturar o mapa geológico e mineralógico do país. Posteriormente, foi criado o Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica (CNAEE - 1939), órgão responsável pela consulta, orientação e controle dos recursos hidráulicos e energéticos do território nacional. Mais de 20 anos mais tarde, por meio da lei n° 3.782, de 22 de julho de 1960, fundou-se o Ministério de Minas e Energia, que tinha por objetivo estudar e solucionar problemas ligados à produção e comércio de minério e de energia, sujeitando o CNAEE também ao ministério, e fazendo com que o mesmo, no ano seguinte, perdesse suas atribuições a então nova constituição das Centrais Elétricas Brasileiras S.A. – ELETROBRÁS. Nos próximos anos também foi criado o Departamento Nacional de Águas e Energia (1965), trazendo consigo mais adversidades ao panorama energético do país, alinhada à sua coexistência com o CNAE (ANEEL, 2021).

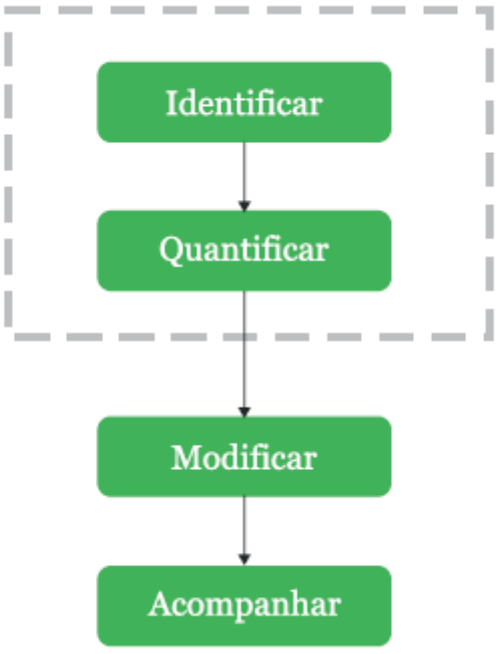
Nesse contexto, com diversas mudanças, confrontos e dificuldades da política energética nacional, foi instituída a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, pela lei n° 9.427, de 26 de dezembro de 1996, com o intuito de regular e fiscalizar os setores de produção, transmissão e comercialização de energia elétrica, em conformidade com as políticas e diretrizes do governo federal. Aprovada a estrutura regimental interna da companhia, tem-se o que é hoje o maior e mais completo órgão responsável por todo o setor elétrico do Brasil (ANEEL, 2021).

1.1 O USO EFICIENTE DE ENERGIA PARA REDUÇÃO DE CUSTOS

A eficiente utilização da energia depende de encargos técnicos aplicados ao mercado de energia elétrica, que envolvem instalações, equipamentos elétricos, tarifação pela utilização dos serviços entre outros itens. Segundo Batista (2012), as distribuidoras enfrentam dificuldades para atender grandes demandas, deparando-se com custos elevados pelo fornecimento de energia e, dessa maneira, buscam alternativas que visem a otimização de recursos para redução do custo.

A promoção da eficiência energética contempla conceitos de engenharia, economia e administração, trazendo diversidades para o gerenciamento do setor elétrico nacional, dessa forma, a elaboração de técnicas e métodos para melhorar o desempenho do sistema torna-se fundamental para redução nas perdas de transporte, armazenamento e distribuição de energia. A Figura 1 caracteriza um modelo de gestão de fluxo para uso racional de energia (VIANA, 2012).

Figura 1 - Gestão de fluxo para uso racional de energia



Fonte: VIANA (2012)

Alinhada à política energética brasileira, verifica-se a matriz elétrica, que contempla fontes de energia responsáveis pelo suporte no sistema de geração e atendimento às unidades consumidoras. O país conta, em sua maioria, com fontes renováveis de energia e, desse montante, as hidrelétricas assumem o maior papel,

seguidas das termelétricas, eólica e energia solar. Assim, além do Brasil possuir custos reduzidos de geração comparado ao restante do mundo, contribui para a redução de emissão dos gases do efeito estufa (Empresa de Pesquisa Energética – EPE, 2021).

Para planejamento dos recursos energéticos nacionais, a Empresa de Pesquisa Energética – EPE com auxílio do Ministério de Minas e Energia – MME, desenvolveu o Plano Nacional de Energia 2030/2050, que visam a elaboração de estratégias para expansão da oferta de energia econômica e sustentável, consoante atendimento a evolução de demanda, para uma perspectiva a longo prazo. O estudo realizado é de caráter governamental e busca, de maneira pública e subsidiada pelos meios de comunicação, a reestruturação do processo de planejamento energético nacional (Empresa de Pesquisa Energética – EPE, 2021).

Mesmo com a fonte de energia renovável, unidades consumidoras encontram custos elevados na utilização de energia elétrica e visam a diminuição do consumo como a principal aliada para redução da fatura, entretanto se deparam com dificuldades, uma vez que a energia elétrica é a principal fonte para geração de recursos.

Neste panorama, a busca por uma boa administração de energia implica em resultados diretos para a redução de custos, consoante revisões de cargas e redistribuições de máquinas no parque industrial. Como exemplo, tem-se a otimização de equipamentos com selos de classificação de menor consumo que, quando alinhados a medidas de controle instituídas pela própria organização, tornam o processo ainda mais eficiente.

Segundo ANEEL (2021), outro fator importante para o uso racional de energia é a interpretação da fatura da unidade sobre todos os elementos que a compõem, pois, a partir dela, torna-se factível adequações que tragam condições de pagamento convenientes tanto para o consumidor como para a distribuidora.

Visando redução de custos, a análise de demanda pela unidade consumidora tem por objetivo firmar, perante contrato com a distribuidora, uma demanda de energia contínua a ser disponibilizada que atenda à organização, de acordo com o horário do dia e estrutura tarifária que melhor se enquadrar, adequando a unidade ao real valor de demanda a ser entregue pela distribuidora.

1.2 OBJETIVOS

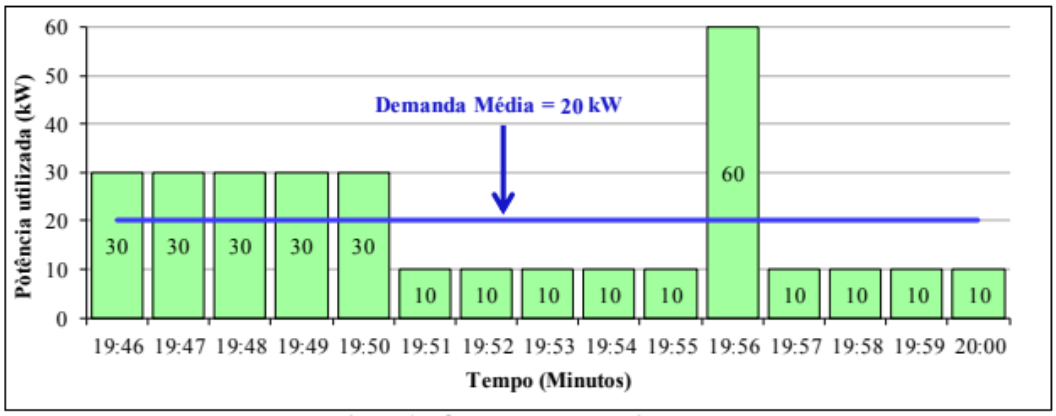
Este trabalho objetiva analisar as classes de tarifação e contratação de demanda para consumidores do grupo A, subgrupo A4. Num estudo de caso será avaliado e quantificado a adequação dos contratos de demanda vigente de consumidores do setor público. Por fim, será elaborada uma avaliação global de impacto financeiro e diretrizes de implementação de possíveis alterações visando redução de gastos.

2 CONCEITOS SOBRE DEMANDA DE ENERGIA ELÉTRICA

Para facilitar a compreensão do tema de estudo, serão apresentados neste capítulo as definições e conceitos sobre demanda de energia elétrica.

De acordo com a Resolução Normativa n°1.000 da ANEEL (2021), a demanda é especificada como a média das potências elétricas ativas ou reativas, solicitadas ao sistema elétrico pela parcela da carga instalada em operação na unidade consumidora, durante um intervalo de tempo especificado, expressa em quilowatts (kW) e quilovolt-ampère-reativo (kvar), respectivamente. O intervalo de tempo diz respeito ao total de registros mensais, divididos em períodos de 15 minutos, como mostra a Figura 2.

Figura 2 - Demanda média no intervalo de 15 minutos



Fonte: MARANGONI; FERREIRA; KONOPATZKI (2015)

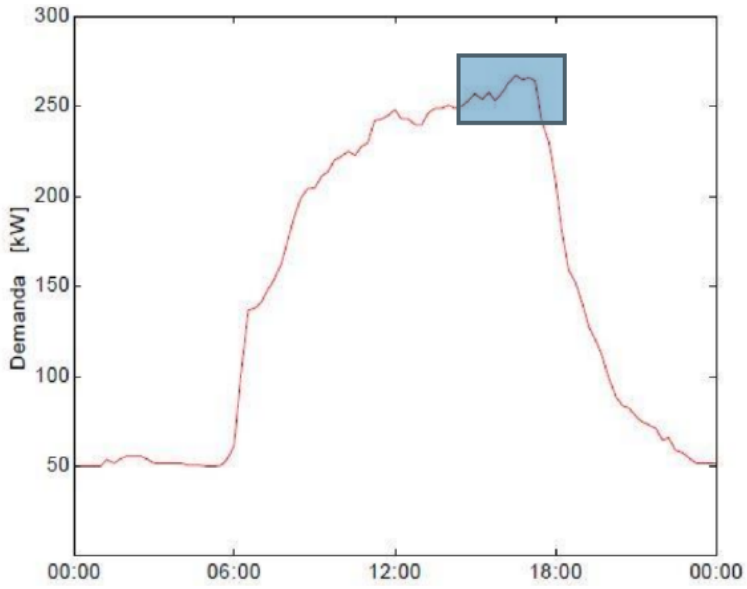
Ao final do mês contabiliza-se um total de 2880 leituras de demanda, com o valor faturado correspondente ao maior valor registrado entre a demanda medida e contratada.

O cálculo da demanda de potência em kW é feito a partir da soma das potências das máquinas, iluminação e equipamentos instalados no local a ser avaliado. A variação de demanda com o tempo não é linear e muda conforme o ambiente de operação, ou seja, nem todos os equipamentos funcionam ao mesmo tempo e, mesmo se funcionarem, não utilizam de sua carga máxima, assim, a demanda contratada por um consumidor é geralmente menor do que a potência máxima de sua unidade (ECOA, 2020).

2.1 AVALIAÇÃO DA DEMANDA

Regularmente, a demanda possui variações no decorrer do dia e, por esse motivo é caracterizada por demanda de ponta e baixa demanda. A demanda de ponta diz respeito ao pequeno intervalo de horas em que a demanda alcança seus pontos máximos e a baixa demanda representa o restante de horas do dia. Ainda, é necessário mencionar que a curva de demanda de cada unidade varia conforme característica de uso dos equipamentos, como é mostrado na Figura 3, onde, para o consumidor em específico, a demanda de ponta estaria compreendida no período final da tarde, ultrapassando os 250 kW.

Figura 3 - Curva de Demanda



Fonte: Adaptado de LIMA et al (s.d)

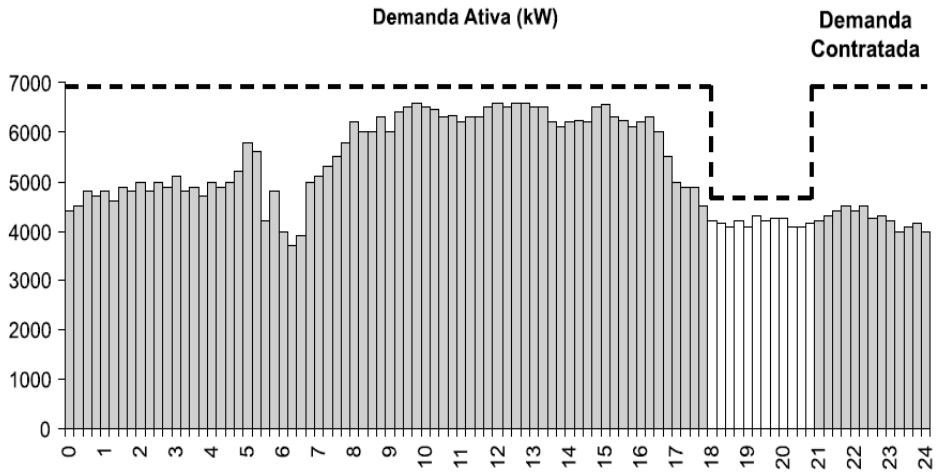
Uma boa gestão de demanda consiste na análise do perfil de consumo, alinhando o uso da energia em relação à demanda contratada, a fim de preservar gastos extras nas prestações de contas. Dados de consumo devem ser levantados em diferentes períodos do dia e o estudo das cargas sobre esses dados permite a determinação de uma demanda contratada ideal.

Ainda que o estudo possibilite uma visão ideal para a contratação de demanda, a Resolução Normativa n° 1.000/2021, garante um período de testes ativos por 90

dias com a distribuidora que tem por finalidade estimar a demanda a ser utilizada e preparar a distribuidora para o fornecimento (ANEEL, 2021).

A demanda contratada é definida como a demanda de potência ativa a ser obrigatória e continuamente disponibilizada pela distribuidora, no ponto de entrega, de acordo com o período e valor previsto em contrato, que deve ser paga totalmente, mesmo que não utilizada sobre o período de faturamento, dada em quilowatts (kW), conforme Figura 4, onde, indica-se uma indústria do Grupo A sendo faturada pela tarifa horária Azul, com contratos diferentes de demanda para o horário de ponta e fora de ponta (ANEEL, 2021).

Figura 4 - Demanda Contratada



Fonte: Adaptado VIANA (2012)

Demanda faturável refere-se ao valor da demanda de potência ativa apontada para fins de faturamento, aplicada sobre tarifa vigente, dada em quilowatts (kW) (ANEEL, 2021).

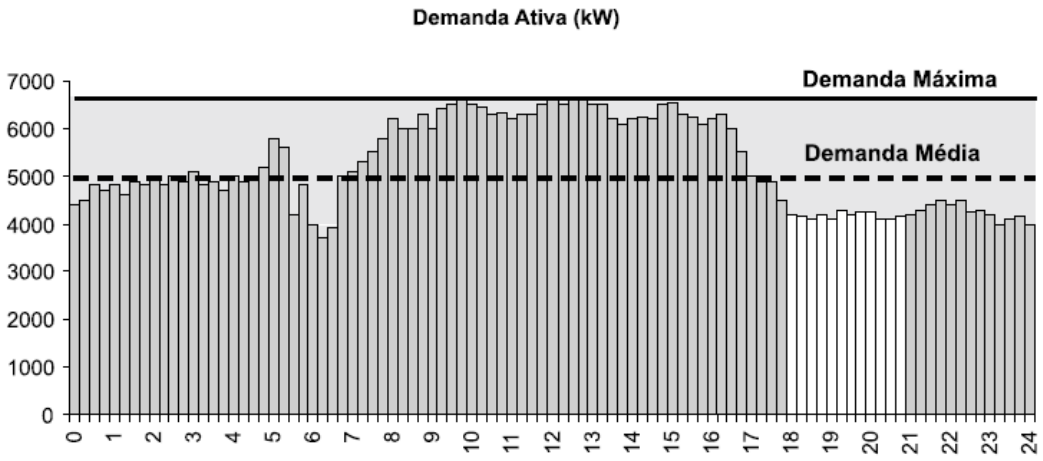
A demanda medida é caracterizada pela maior medição no intervalo de tempo de 15 minutos, mencionado anteriormente, onde acontecem as leituras de demanda média mensal, durante o período de faturamento (ANEEL, 2021).

O artigo 301 da Resolução Normativa n° 1.000 da ANEEL (2021), ainda define a demanda de ultrapassagem como sendo o valor de demanda medida excedida em 5% da demanda contratada para consumidores. Nestes casos são cobrados ao valor do faturamento regular um excedente pela ultrapassagem.

2.2 FATOR DE CARGA

O fator de carga (FC) de uma unidade consumidora representa a razão entre a demanda média e a demanda máxima durante o mesmo intervalo de tempo, conforme exemplo da Figura 5.

Figura 5 - Fator de Carga



Fonte: Adaptado VIANA (2012)

Como um indicador, o fator de carga reflete diretamente na eficiência e custo da utilização de energia do consumidor. Caso o FC apresentar-se alto, tem-se que o custo do kWh será menor, resultando em uma economia média da fatura mensal de energia. Quanto o mais próximo de 1, significa que a unidade possui uma boa gestão, onde as cargas elétricas foram utilizadas de maneira racional durante o tempo. Um fator de carga baixo indica uma concentração de consumo de energia elétrica em um período específico, resultado de vários equipamentos ligados simultaneamente (VIANA, 2012)

Para estimativa e obtenção de um fator de carga alto, deve-se:

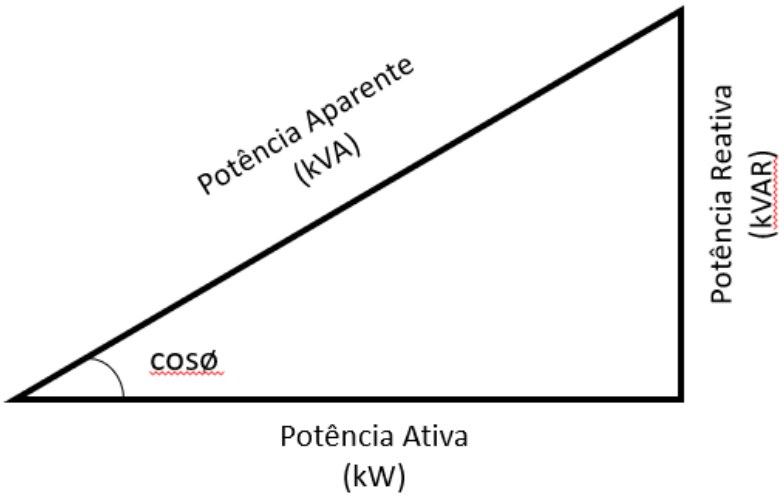
- Prolongar o número de horas trabalhadas, desde que se mantenha a demanda de potência;
- Otimizar a demanda de potência, com o mesmo nível de consumo de energia;

Segundo VIANA (2012), a avaliação do comportamento do fator de carga garante a eficiência e economia da unidade, considerando os segmentos horo-sazonais e valores máximos atingidos entre os meses.

2.3 FATOR DE POTÊNCIA PARA ANÁLISE DE DEMANDA

Alinhado ao estudo sobre demanda, para máxima eficiência econômica, é preciso que as cargas estejam ajustadas com o sistema. A relação de potências refere-se ao quanto de energia é, de fato, utilizada pelo consumidor. Conforme Figura 6, o triângulo de análise de fator de potência mostra as potências ativa, reativa e aparente. A primeira delas é a consumida pelos aparelhos, ou seja, que realizada trabalho, dada em W (Watts). A potência reativa, dada em Var (Volt-Ampère Reativo), refere-se à potência que não realiza trabalho, criada pelos campos eletromagnéticos de equipamentos como motores, refrigeradores, transformadores e afins. Por fim, a potência aparente, dada em VA (Volt-Ampère), refere-se à potência total consumida pelos equipamentos (CHESP, s.d)

Figura 6 - Triângulo de Potências



Fonte: Adaptado SULTECH (2021)

O controle de cargas por parte do consumidor é benéfico para que não haja cobrança por reativo excedente, através de multas pelas concessionárias. Usualmente, a correção é feita através do acréscimo de cargas reativas capacitivas no sistema, que atuam inversamente às cargas reativas indutivas, fazendo com que o fator de potência (cos(ø)), seja o mais próximo de 1, conforme Equação 1.

$$FP = cos\ \emptyset\ = \frac{P}{S} \qquad (1)$$

Segundo Departamento Nacional de Águas de Energia Elétrica DNAEE, foi estabelecido um fator de potência mínimo e igual a 0,92 para consumidores

classificados na medição horo-sazonal, com cobrança de energia reativa excedente. A cobrança é realizada de forma que a concessionária fature o quanto de energia ativa poderia ser transportada no lugar do reativo excedente.

3 CLASSIFICAÇÃO DE CONSUMIDORES

Neste capítulo serão apresentadas as classificações dos consumidores de energia elétrica e a estrutura tarifária que compõe a política de preços da ANEEL.

Frente ao modelo de comercialização de energia no Brasil, foram criados dois Ambientes, o Ambiente de Contratação Regulada (ACR) e o Ambiente de Contratação Livre (ACL), conforme Figura 7.

Figura 7 - Ambientes de Contratação Livre e Regulado.



Fonte: Adaptado de VIANA (2012)

O ACR é composto por contratos bilaterais regulamentados, conhecidos como Contratos de Comercialização de Energia Elétrica no Ambiente Regulado (CCEAR), refletem a maioria dos contratos para com unidades consumidoras do país e são realizados entre agentes vendedores (geradores, produtores independentes) e compradores de energia (distribuidoras), através de leilões de compra e venda. Os consumidores enquadrados nessa classificação são denominados cativos (VIANA, 2012). A ANEEL como agente regulador do sistema elétrico estipula tarifas de energia e reajuste tarifários para as distribuidoras perante esse modelo de contratação.

O ACL permite a livre contratação entre agentes geradores, comercializadores, consumidores livres, exportadores e importadores de energia, através de contratos bilaterais em acordos de compra e venda de energia.

O ambiente de Contratação Livre é dividido em duas classes, são elas:

- Classe dos Consumidores Livres: Possuem demanda mínima de 1 MW e podem contratar energia de centrais convencionais (hidrelétricas e termelétricas) ou centrais incentivadas (biogás, biomassa, PCHs, eólica, solar), a partir da livre negociação;
- Classe dos Consumidores Especiais: Possuem demanda mínima de 500 kW e máxima de 1 MW, obtendo energia apenas de centrais incentivadas.

3.1 ENQUADRAMENTO TARIFÁRIO

O enquadramento tarifário refere-se ao conjunto de tarifas próprias ao consumo e demanda de energia elétrica, classificadas de acordo com o tipo de consumidor. Essas tarifas fazem parte da política de preços regulamentada pela ANEEL.

O Brasil possui dois tipos de enquadramentos tarifários, do grupo A e grupo B, com tarifa binômia e monômia, respectivamente. Segundo REN n° 1.000/2021 da ANEEL, consumidores do grupo A possuem classificação mínima e igual a 30 kW para o contrato de demanda e, ainda, têm acesso ao nível de tensão superior a 2,3 kV (consumidores de média e alta tensão), compreendendo indústrias, universidades, supermercados, shoppings, edifícios comerciais, e ainda possuem subdivisões como:

- Subgrupo A1 – Nível de tensão igual ou superior a 230 kV;
- Subgrupo A2 – Nível de tensão entre 88 a 138 kV;
- Subgrupo A3 – Nível de tensão de 69 kV;
- Subgrupo A3a – Nível de tensão entre 30 a 44 kV;
- Subgrupo A4 – Nível de tensão entre 2,3 kV a 25 kV;
- Subgrupo AS – Exclusivo para sistemas subterrâneos.

A tarifa binômia de fornecimento é referente aos valores monetários aplicáveis ao consumo de energia elétrica ativa e à demanda faturável (ANEEL, 2012).

Consumidores do grupo B têm acesso ao nível de tensão inferior a 2,3 kV (consumidores de baixa tensão), como residências, edifícios residenciais, edifícios comerciais, oficinas, lojas, agências e locais que utilizam apenas os níveis de tensão de 127 V ou 220 V. Ainda, contam com subdivisões como:

- Subgrupo B1 – Residencial e residencial baixa renda;

- Subgrupo B2 – Rural e cooperativa de eletrificação rural;
- Subgrupo B3 – Demais classes;
- Subgrupo B4 – Iluminação Pública.

A tarifa monômia de fornecimento é referente aos valores monetários aplicáveis ao consumo de energia elétrica ativa em kWh.

Além das subdivisões já referidas, os grupos devem ser enquadrados segundo as opções definidas na Resolução Normativa n° 1.000/2021 da ANEEL, são elas:

Para o grupo A:

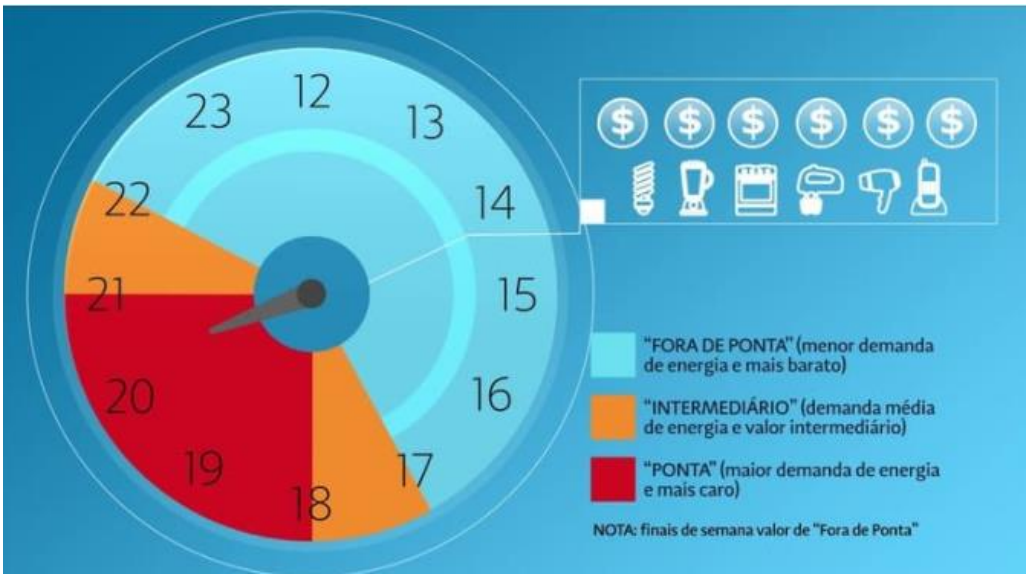
- Estrutura tarifária azul: Enquadram-se consumidores do Subgrupo A1, A2 ou A3, sendo obrigatório um contrato com a concessionária para o valor da demanda no horário de ponta e fora de ponta. Ainda, essa estrutura torna-se optativa para os consumidores dos subgrupos A3a, A4 e AS;
- Estrutura tarifária verde: Enquadram-se consumidores dos subgrupos A3a, A4 e AS, sendo definida por um contrato de demanda projetado por parte do consumidor, que não faz relação ao horário do dia.

Para o grupo B:

- Estrutura tarifária branca: Essa tarifa é constituída segundo as horas de utilização de energia elétrica durante o dia, ou seja, não possui um valor único, sendo calculada de acordo com o consumo ao longo do horário de ponta, fora de ponta e intermediário. Não fazem parte dessa tarifa consumidores que se enquadram na subclasse residencial de baixa renda (Subgrupo B1) e subgrupo B4;
- Estrutura tarifária convencional: A tarifa convencional para esse grupo diz que independente do horário do dia, somente é cobrada uma tarifa pelo consumo de energia elétrica.

Além das estruturas existem horários intitulados de maior e menor cobrança, horário de ponta e fora de ponta, conforme exemplo da Figura 8.

Figura 8 - Horário Ponta, Fora Ponta e Intermediário



Fonte: ReyMaster (2018)

O horário de ponta consiste em 3 horas diárias consecutivas, de segunda a sexta-feira, exceto para sábados, domingos ou feriados especificados no Quadro 1.

Quadro 1 - Feriados Nacionais

Dia e Mês	Feriados Nacionais
1° de janeiro	Confraternização Universal
21 de abril	Tiradentes
1° de maio	Dia do Trabalhador
7 de setembro	Independência do Brasil
12 de outubro	Nossa Senhora de Aparecida
2 de novembro	Finados
15 de novembro	Proclamação da República
25 de dezembro	Natal
-	Terça-feira de Carnaval
-	Páscoa
-	Corpus Christi

Fonte: Adaptado ANEEL (2012)

O horário de ponta funciona de maneira diferente para cada estado do país, de acordo com o estabelecido por cada distribuidora, conforme o Quadro 2.

Quadro 2 - Horários de ponta para os estados brasileiros conforme as concessionárias de energia

CONCESSIONÁRIAS	ESTADO	HORÁRIO DE PONTA
CEMIG	MINAS GERAIS	17h às 20h
LIGHT	RIO DE JANEIRO	17h30 às 20h30
ELETROPAULO	SÃO PAULO	17h30 às 20h30
CELG	GOIÁS	18h às 21h
CPFL (RGE) E CEEE	RIO GRANDE DO SUL	18h às 21h
COEL CE	CEARÁ	17h30 às 20h30
COEL BA	BAHIA	18h às 21h
CEB	DISTRITO FEDERAL	18h às 21h
CELPE	PERNAMBUCO	17h30 às 20h30
ENEL	SP, RJ, GO	18h às 21h
ELEKTRO	SP, MS	17h30 às 20h30

Fonte: Solar Volt Energia (2021)

O horário fora de ponta corresponde às horas complementares ao de ponta, inclusive aos sábados, domingos e feriados. Ainda, exclusivamente para consumidores do grupo B que adotaram a tarifa branca, existe o horário intermediário, que consiste em 1h a 1h30min antes e depois do horário de ponta (ANEEL, 2012).

O emprego dos horários em que as tarifas passam a ter um valor maior tem por objetivo, por parte da distribuidora, o desincentivo de consumo de energia, a fim de aliviar a utilização da rede elétrica.

3.2 ESTRUTURA TARIFÁRIA

É dado ao conjunto de tarifas o nome de estrutura tarifária, que tem por objetivo assegurar o fornecimento de energia e cobrir custos regulatórios da distribuidora, assim como custos operacionais e investimentos relacionados à expansão do fornecimento de energia elétrica. Porcentagens são repassadas aos consumidores, diferenciadas entre os grupos e subgrupos, de acordo com as classificações tarifárias, modalidades e postos tarifários (ANEEL, 2012).

Segundo a Resolução Normativa n° 1.000/2021 da ANEEL, a tarifa é definida por um valor monetário dado em reais por unidade de energia elétrica ativa ou da demanda de potência ativa, atuando de acordo com uma estrutura tarifária. São elas: TE – Tarifa de Energia, respectiva a um valor financeiro unitário em R$/MWh, empregado para faturamento mensal referente ao consumo de energia e TUSD –

Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição, respectiva a um valor financeiro unitário em R$/MWh ou em R$/kW, empregado para faturamento mensal de usuários do sistema de distribuição de energia elétrica pelo uso do sistema.

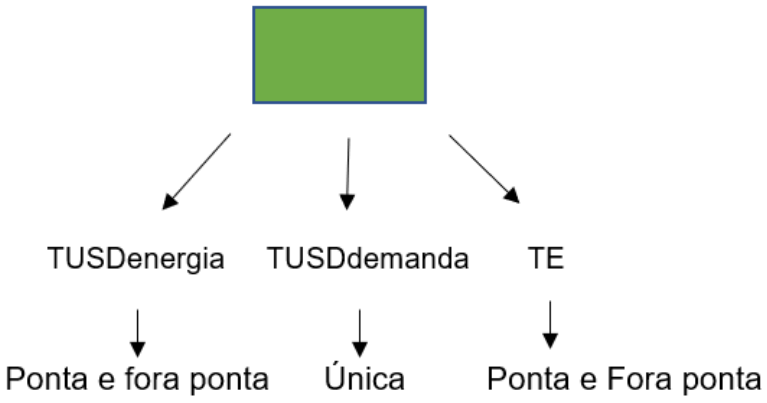
As tarifas sofrem revisões periódicas a cada 4 anos, com o objetivo de tornar a distribuição de energia mais eficiente, para isso audiências públicas são realizadas na presença dos consumidores. Além da revisão periódica, as tarifas sofrem um reajuste anual, através de correções pelo Índice Geral de Preços ao Mercado (IGP-M), que atuam nos custos da distribuidora e na estimativa de lucros perante os serviços. Ainda, as tarifas podem sofrer reajustes em casos extraordinários de instabilidade financeira e econômica por parte da distribuidora (NEOENERGIA, s.d).

Visto que o grupo A é classificado com tarifa binômia, é cobrado tanto a utilização pela energia quanto para demanda, e para isso tem-se:

- Na energia consumida encontra-se parcelas de TE e TUSDenergia, dadas por R$/kWh;
- Na demanda contratada paga-se apenas a TUSDdemanda, dada em R$/kW.

Para consumidores que optaram pela estrutura tarifária verde, tem-se a Figura 9.

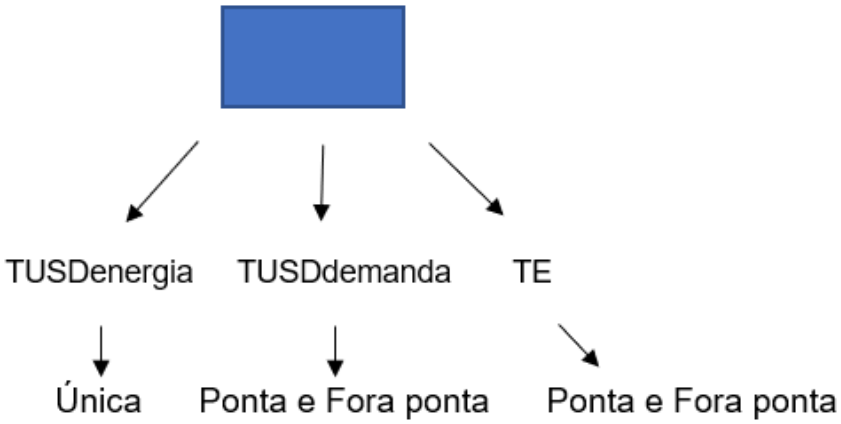
Figura 9 - Estrutura Tarifa Verde



Fonte: ANEEL (2022)

Para consumidores que optaram pela estrutura tarifária azul, tem-se a Figura 10.

Figura 10 - Estrutura Tarifária Azul



Fonte: ANEEL (2022)

Por parte do consumidor, uma análise prévia deve ser realizada com base no perfil de carga e de consumo de energia elétrica, para analisar em qual dos dois sistemas tarifários o enquadro é melhor, tendo em vista que, conforme o Art. 220 da REN n° 1.000/2021 o consumidor do grupo A será enquadrado na modalidade horária azul se a tensão de contratação for maior ou igual a 69 kV, somente podendo optar entre Azul ou Verde para tensões inferiores a 69 kV. Observa-se que para um consumidor cuja utilização de energia é relativamente alta no horário de ponta com demanda contratada baixa, a escolha da estrutura tarifária azul torna-se vantajosa, pois a TUSDenergia possui tarifa única, conforme Figura 11, acarretando num valor de tarifa menor, e consequentemente uma conta mais atrativa.

Figura 11 - Tarifas de energia elétrica horo sazonal AZUL consumidor A4

	TUSD (R$/kW)	TUSD (R$/kWh)	TE (R$/kWh)	TARIFA
Horo Sazonal AZUL				
A4				
Consumo Ativo na Ponta		0,08631000	0,43463000	0,52094000
Consumo Ativo Fora Ponta		0,08631000	0,26900000	0,35531000
Consumo Reativo Excedente			0,28280000	0,28280000
Demanda Ativa na Ponta	57,09000000			57,09000000
Demanda Ativa Fora Ponta	21,83000000			21,83000000
Demanda Reativa Excedente na Ponta e Fora Ponta	21,83000000			21,83000000
Ultrapassagem na Ponta	114,18000000			114,18000000
Ultrapassagem Fora Ponta	43,66000000			43,66000000

Fonte: Adaptado ELEKTRO (2021)

Para consumidores que possuem alta demanda contratada e baixo consumo de energia no horário de ponta, é factível escolher a tarifa verde, conforme Figura 12, que possui TUSDdemanda única, acarretando num valor de tarifa menor.

Figura 12 - Tarifas de energia elétrica horo sazonal VERDE consumidor A4



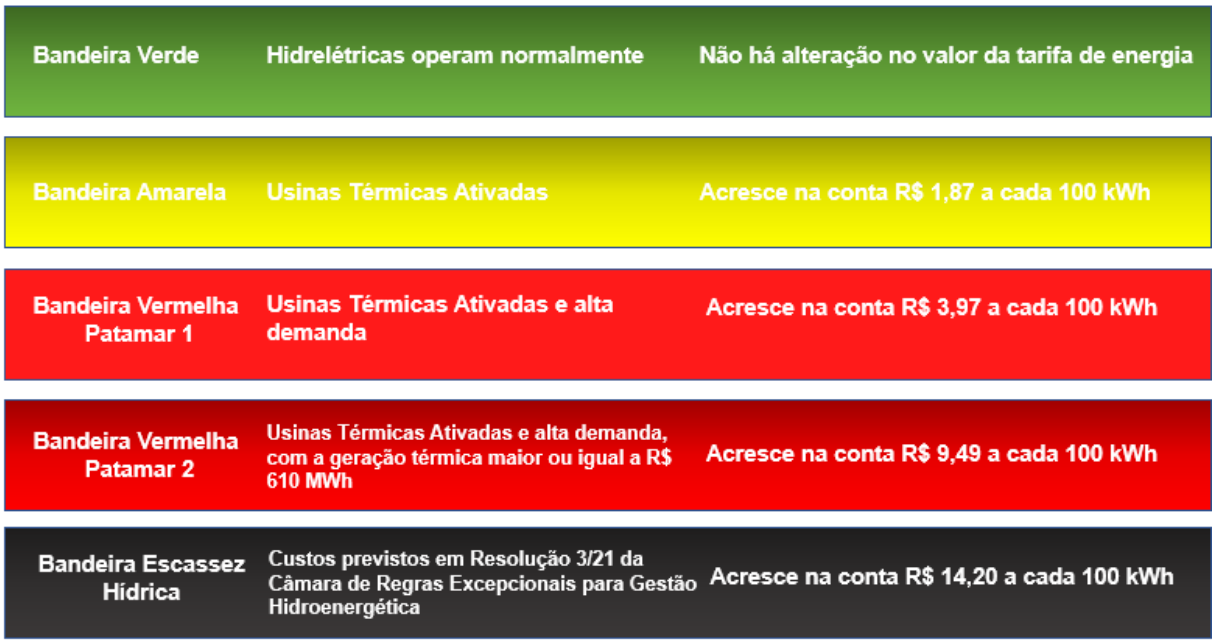
Horo Sazonal VERDE	TUSD (R$/kW)	TUSD (R$/kWh)	TE (R$/kWh)	TARIFA
A4				
Consumo Ativo na Ponta		1,47392000	0,43463000	1,90855000
Consumo Ativo Fora Ponta		0,08631000	0,26900000	0,35531000
Consumo Reativo Excedente			0,28280000	0,28280000
Demanda Ativa	21,83000000			21,83000000
Demanda Reativa Excedente	21,83000000			21,83000000
Ultrapassagem	43,66000000			43,66000000

Fonte: Adaptado ELEKTRO (2021)

Além das tarifas de demanda e utilização de energia é acrescido à conta do consumidor o custo de geração de energia, sinalizado pelas Bandeiras Tarifárias. De maneira mensal a Agência Nacional de Energia Elétrica emite ao mercado a Bandeira Tarifária em vigor e respectiva a cada região do país, de acordo com informações dirigidas pela Organização Nacional do Sistema (ONS) e pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), assim como o cálculo de custo das próprias bandeiras e a cobertura tarifária das distribuidoras, por fim, as distribuidoras são as responsáveis por repassar a bandeira tarifária na conta de energia (CPFL, 2015).

Existem quatro tipos de bandeiras, conforme Figura 13, que indicam ao consumidor o real valor da energia no país, assim como as condições para abastecimento do sistema.

Figura 13 - Bandeiras Tarifárias



Fonte: Adaptado CPFL (2015)

Segundo a REN n°1.000/2021 da ANEEL, para determinação da bandeira tarifária é considerado o valor em R$ de energia em curto prazo (PLD), que representa a quantidade de usinas térmicas em funcionamento, alinhado a razão entre a capacidade de produção de usinas hidrelétricas quando não há escassez de água e a energia produzida por elas. Assim, se a produção de energia hidrelétrica estiver abaixo de sua capacidade total ou maior o PLD, maior será o valor real da energia. Ainda, existe uma última faixa, representada pela bandeira de escassez hídrica, fazendo referência aos custos de acionamentos de usinas térmicas e importação de energia, acrescentando R$14,20 a cada 100 quilowatt-hora na conta do consumidor, salvo clientes inscritos na Tarifa Social de Energia Elétrica – TSEE.

Como a geração de energia no Brasil é representada em sua maioria por hidrelétricas e depende diretamente do nível de água nos reservatórios, a utilização de outras fontes como o carvão, gás natural, diesel e óleo combustível encarecem o custo de geração e a cobrança advinda das bandeiras tarifárias tem por finalidade mostrar e conscientizar o consumidor quanto ao uso dessa energia.

3.3 TARIFAS E TRIBUTOS

As tarifas de demanda e energia mencionadas refletem um valor isento de tributos, para o cálculo das tarifas tributadas faz-se necessário observar quais impostos são cobrados na fatura de energia, são eles:

- PIS / COFINS: São tributos cobrados para manter programas voltados para o trabalhador e para atender programas sociais do Governo Federal, tendo como alíquota 4,72% (COFINS) e 1,03% (PIS), apuradas de forma não cumulativa. As alíquotas variam conforme o volume de créditos computados mensalmente por cada distribuidora e, dessa forma, faz-se um cálculo mensal da alíquota factual dos tributos para aplicação sobre o consumo (NEOENERGIA ELEKTRO, 2021);
- ICMS: É o imposto sobre circulação de mercadorias e serviços, dirigidos de acordo com cada estado e do Distrito Federal. Para o estado de São Paulo, classe de consumo comercial, industrial e rural é equivalente a 18%, independente do consumo de energia (NEOENERGIA ELEKTRO, 2021).

Assim, para os cálculos da tarifa com impostos, a partir das tarifas homologadas pela ANEEL, tem-se a Equação 2.

$$Tarifa\ com\ Impostos = \frac{Tarifa\ homologada\ pela\ ANEEL}{1 - (PIS + COFINS + ICMS)} \quad (2)$$

Ainda, é atribuído ao valor da conta, o custo da bandeira tarifária, dado pela Equação 3.

$$Bandeira\ com\ Impostos = \frac{Bandeira\ ANEEL}{1 - (PIS + COFINS + ICMS)} \quad (3)$$

Portanto, uma demanda contratada inadequada pode onerar o gasto total com energia elétrica de forma permanente, com a sobrecontratação, onde se paga mensalmente por uma quantidade não utilizada. No caso de subcontratação ocorre a aplicação de multa por ultrapassagem, que pode ser significativa em relação ao valor contratado. Baseado na legislação, cabe ao consumidor avaliar e solicitar a adequação.

3.4 ANÁLISE DA CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA

Para a análise de uma conta de energia elétrica, considera-se a Figura 14, que tem por base um consumidor Y classificado no grupo A, subgrupo A4, tarifa verde.

Figura 14 - Segunda Via da conta de energia de um consumidor Y do grupo A subgrupo A4

Nota Fiscal/Conta de Energia Elétrica	Controle Nº	Conta do Mês	Vencimento	Valor da Conta (R$)
60765926	FAT-01-20195234506197.55	Dezembro/2019	18/01/2020	R$3.922,43

Tensão Contratada (kV)	Limites Adequados de Tensão (kV)	Registrador	Demanda Contratada (kW)	Perdas Transformação
13.8	12.834 a 14.49	RM0526644	75	2,50%

CCI*	Descrição do Produto	Leitura Anterior	Leitura Atual	Constante Multiplic.	Quant. Registrado	Quant. Residual	Quant. Faturado	Tarifa Fornec.	Valor Fornec.	Base Calc. Imposto	Alíq. ICMS	Valor ICMS	Valor Total (ICMS+Fornec.)
0601	CONSUMO PONTA TE kWh	359691	370355	0,012	131,00	0,00	131,00	0,395191	51,77	66,81	18,00%	12,02	63,79
0601	CONSUMO PONTA TUSD kWh	359691	370355	0,012	131,00	0,00	131,00	1,203282	157,63	203,44	18,00%	36,61	194,24
0601	CONSUMO FORA PONTA TE kWh	77973.57	81317.83	1,200	4113,00	0,00	4113,00	0,232978	958,24	1.236,75	18,00%	222,61	1.180,85
0602	CONSUMO FORA PONTA TUSD kWh	77973.57	81317.83	1,200	4113,00	0,00	4113,00	0,078308	322,08	415,69	18,00%	74,82	396,90
0601	CONSUMO REAT.PONTA TE kWh	20637	21715	0,012	13,00	0,00	13,00	0,246154	3,20	4,12	18,00%	0,74	3,94
0601	CONSUMO REAT.FORA PONTA TE kWh	1010.65	1065.4	1,200	67,00	0,00	67,00	0,246418	16,51	21,30	18,00%	3,83	20,34
0601	DEMANDA TUSD kW	24448	25289	0,048	41,37	0,00	75,00	18,980000	1.423,50	1.013,42	18,00%	182,41	1.605,91
0601	AD.B.AMAR. kWh						4244,00	0,001032	4,38	5,63	18,00%	1,00	5,38
0601	AD.B.VERM1 kWh						4244,00	0,038457	163,21	210,64	18,00%	37,91	201,12
	CONSUMO kWh	81570.21	85021.11	1,200	4244,00	0,00				0,00	0,00%	0,00	0,00
	DEMANDA PONTA kW	6023	6299	0,048	13,57	0,00				0,00	0,00%	0,00	0,00
	ENERGIA REAT EXC kWh	1217.66	1283.2	1,200	80,00	0,00				0,00	0,00%	0,00	0,00
	DEMANDA REAT.EXED. kW	13711	14182	0,012	5,79	0,00				0,00	0,00%	0,00	0,00
	DEMANDA REAT.EXED. kW	76168	79158	0,012	36,77	0,00				0,00	0,00%	0,00	0,00
0699	COFINS									3.846,33	3,72%		143,09
0699	PIS									3.846,33	0,80%		30,76
0899	CORRECAO MONETARIA POR ATRASO 10-201									0,00	0,00%	0,00	0,81
0804	JUROS CONTA ANTERIOR 10-2019									0,00	0,00%	0,00	1,23
0806	MULTA CONTA ANTERIOR 10-2019									0,00	0,00%	0,00	74,07
	Total								3.100,52			571,95	3.922,43

*CCI - Código de Classificação do Item

Fonte: Adaptado de ELEKTRO (2019)

O demonstrativo da Figura 14 apresenta a categoria de tensão contratada por parte do consumidor 13,8 kV, a demanda contratada de 75 kW e o valor da conta final R$3.922,43. Para a determinação do faturamento faz-se necessário observar os descritivos listados em cada coluna.

Na coluna Descrição do Produto observa-se a parcela da TUSD e TE para os consumos no período ponta e fora ponta, consumo de reativo, demanda contratada, adicionais de bandeira tarifária, energia e demanda reativa excedente, além das porcentagens respectivas as tarifas PIS e COFINS mensais.

As colunas seguintes indicam a leitura atual e leitura anterior de consumo.

A constante de multiplicação é referente a constante do medidor, que utiliza a diferença entre a leitura atual e anterior, para obter a quantidade registrada do mês.

Como o demonstrativo apresentado na Figura 14 faz referência a um consumidor de média tensão, com alta demanda contratada, constituinte da tarifa verde, a coluna quantidade faturada apresenta valores iguais aos da quantidade registrada, exceto pela Demanda TUSD, que mostra o valor respectivo a demanda

contratada, uma vez que o consumo de demanda para aquele período foi inferior ao presente contrato. Para consumidores da tarifa azul, a coluna representa valores iguais aos da quantidade registrada, exceto para a TUSDenergia, que seguiria o valor referente ao seu contrato.

Tarifa de fornecimento expressa a tarifa utilizada pela distribuidora de energia, acompanhada pelo reajuste tarifário anual proveniente da resolução homologatória específica, regida pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

O valor de fornecimento é o resultado da multiplicação entre a quantidade faturada e a tarifa de fornecimento.

A base de cálculo de imposto é semelhante ao valor de fornecimento, também é o resultado da multiplicação entre a quantidade faturada e a tarifa de fornecimento, entretanto a tarifa de fornecimento já está corrigida de acordo com os tributos federais PIS e COFINS.

Alíquota ICMS refere-se a porcentagem da alíquota para o cálculo do ICMS, PIS e COFINS.

Ao valor ICMS obtém-se o resultado da multiplicação da Base de Cálculo do Imposto pela porcentagem da alíquota para todos os serviços prestados pela distribuidora.

O valor total revela o valor final a ser cobrado por cada serviço prestado pela distribuidora de energia, totalizando a fatura da conta em R$ para o consumidor.

3.5 FUNÇÃO CUSTO DE DEMANDA

Os dados de demanda dos consumidores são computados pelo software MATLAB, onde a análise de demanda ótima é executada por meio da função custo. A função custo é um arranjo vetorial, calculada de forma iterativa fazendo-se a varredura desde um valor mínimo até o máximo do conjunto de valores das demandas medidas, um vetor com as 12 demandas medidas, e a demanda contratada. A quantidade de pontos entre estes dois valores extremos é estabelecida arbitrariamente, basicamente para se ter um baixo esforço computacional e uma boa resolução na curva. No trabalho foram utilizados 200 pontos.

Para cada ponto da função é calculado o custo considerando como Demanda Contratada o valor da Demanda daquela iteração e é aplicada a expressão (4).

$$C(p) = MAX[DAM(p) - DAC(p)] * VRd(p) \quad (4)$$

Adicionalmente deve-se calcular se há custo pela ultrapassagem em 5% entre a demanda atual e cada um dos valores do vetor da demanda medida, calculado por (5).

$$C_{extra(p)} = [DAM(p) - DAC(p)] * 2 * VRd(p) \quad (5)$$

Onde:

- C(p): Valor correspondente à demanda de potência ativa excedente, por posto tarifário (p), em R$;
- DAM(p): Demanda de potência ativa medida, em cada posto horário (p), no período de faturamento, em kW;
- DAC(p): Demanda de potência ativa contratada, por posto horário (p), no período de faturamento, em R$;
- VRd(p): Valor de referência equivalente às tarifas de demanda de potência aplicáveis aos subgrupos do grupo A;

p: Posto tarifário de ponta ou fora de ponta, para as modalidades tarifárias horárias.

Ao final do processo, estes dois valores são somados. O procedimento é realizado para os 200 valores de demanda na faixa estabelecida anteriormente.

Por fim, todo o vetor é normalizado, considerando-se 100% o ponto referente à demanda contratada do caso analisado. A demanda cujo elemento da função custo apresenta o menor valor é o ponto ótimo. Os valores mínimo e máximo da demanda podem ser variados conforme se observa o formato da curva em uma simulação computacional inicial.

4 AVALIAÇÃO DE CONSUMIDORES DO GRUPO A SUBGRUPO A4 – ESTUDO DE CASO

Neste capítulo será mostrado qual foi o método utilizado para o desenvolvimento do trabalho a fim de atingir os objetivos propostos.

A avaliação da demanda contratada e enquadramento tarifário do presente estudo foi baseada nos registros de históricos de consumo e contas de energia elétrica de consumidores do setor público da cidade de Ilha Solteira – SP ao longo dos últimos 4 anos, classificados no grupo A Subgrupo A4. O interesse de estudo, nesse caso, surgiu em virtude da desproporcionalidade de demanda contratada, alinhada à redução dos gastos e uso eficiente de energia, conforme tarifas vigentes ao longo dos anos.

A partir do sistema de consulta de 2ª via da fatura da distribuidora de energia ELEKTRO, fez-se possível obter as faturas de energia dos consumidores do setor público, assim como informativos de contratação de demanda e perfil de consumo. Com a utilização do software Excel, da Microsoft, planilhas foram desenvolvidas destacando as principais informações do consumidor, como:

- DEMP e DEMFP: Demanda utilizada no horário de ponta e fora de ponta, respectivamente, em kW.
- Consumo FP e Consumo P: Consumo de energia no horário fora de ponta e ponta, respectivamente, em kWh.
- Total consumo: Soma dos consumos durante os horários ponta e fora ponta.
- Valor de ultrapassagem de demanda: Valor em R$ (reais) da multa por utilização de demanda excedida.
- Valor total: Representa o valor total da fatura em R$.
- Valor de demanda com impostos: Parcela da fatura onde se é cobrado apenas a utilização de demanda já corrigida de acordo com impostos vigentes.

No software MATLAB, com o auxílio da função custo, determina-se o valor anual em reais do custo pela demanda contratada atual, o custo pela demanda ótima e a economia percentual referente ao ano de estudo com a utilização da demanda ótima. Ainda, para cada consumidor, o programa apresenta 3 resultados gráficos que permitem analisar as alternativas do estudo em questão.

4.1 PERFIL DE CONSUMO – CONSUMIDOR 1

Para levantamento de informações e estudo do primeiro caso, foram utilizados como premissa os dados do consumidor presentes a seguir:

UC: 12245224

Número do cliente: 1703877.

Subgrupo: A4.

Endereço: Alameda São Paulo, 401 – Escola ABBS – ZONA SUL – ILHA SOLTEIRA – SP.

Modalidade: Horária Verde.

Tensão: 13.800 V

Tipo de contrato: Cativo

Demanda contratada: 130 kW

Conforme disposto pelo site da distribuidora ELEKTRO, fez-se possível analisar as 2ª vias das faturas, agrupando dados de consumo durante um intervalo de 4 anos, respectivos aos anos de 2018 a 2021 e, dessa forma, calcular a média de consumo durante os horários de ponta e fora de ponta, conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Dados de consumo ponta e fora de ponta entre os anos

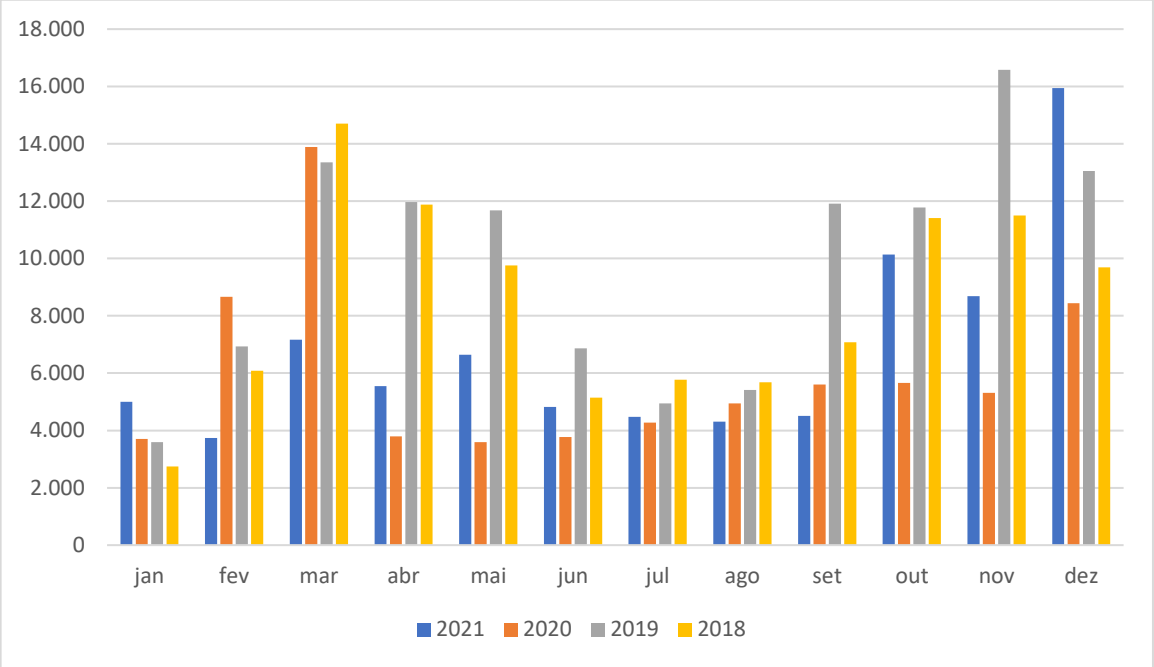
Mês	Cons. FP 2018	Cons. P 2018	Cons. FP 2019	Cons. P 2019	Cons. FP 2020	Cons. P 2020	Cons. FP 2021	Cons. P 2021
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Dez	8.663	1.030	12.667	389	7.917	522	14.824	1.115
Nov	10.503	993	16.161	423	4.835	473	7.928	762
Out	10.474	935	11.212	566	5.234	420	8.981	1.161
Set	6.382	694	11.466	451	5.077	529	3.970	536
Ago	5.109	575	4.971	440	4.442	506	3.808	502
Jul	5.010	765	4.486	455	3.854	425	3.967	505
Jun	4.633	509	6.363	506	3.329	437	4.232	590
Maio	8.920	842	11.133	540	3.186	407	5.930	716
Abr	11.044	840	11.572	391	3.447	350	5.178	368
Mar	13.664	1.041	12.935	418	12.997	889	6.603	567
Fev	5.605	475	6.562	374	8.085	580	3.479	263
Jan	2.510	238	3.298	290	3.439	267	4.574	422
Médias	**7.710**	**745**	**9402**	**437**	**5487**	**484**	**6.123**	**626**

Fonte: Próprio Autor (2022)

Verifica-se que é apresentado um consumo maior durante o horário fora de ponta, justificando a escolha da unidade pela tarifa verde.

Além das médias de consumo total apresentadas durante os anos, é exibido, conforme Figura 15, o comparativo entre os meses.

Figura 15 - Gráfico do Consumo Total (kWh)



Fonte: Próprio Autor (2022)

Verifica-se que os meses de maior consumo foram registrados no período de Outono, que começa em setembro, onde a utilização de equipamentos condicionadores de ar é mais utilizada do que no restante do ano.

Durante os 4 anos de análise, o período compreendido entre 2020 e 2021 considera-se atípico, registrando uma média de consumo menor, uma vez que, não só esse consumidor, mas consumidores públicos do mundo todo, foram afetados pela pandemia causada pelo coronavírus SARS-CoV-2, também conhecida como COVID-19, implicando no acesso e restrição do horário de funcionamento dos locais. Na Tabela 2 é apresentado o consumo anual do cliente.

Tabela 2 - Consumo anual

2021 (kWh)	2020 (kWh)	2019 (kWh)	2018 (kWh)
80.981	71.647	118.069	101.454

Fonte: Próprio Autor (2022)

Através do perfil de consumo e histórico de faturamento, também foi possível associar os dados das médias de demanda durante os anos de estudo, para os períodos de ponta e fora de ponta, conforme Tabela 3. Para os consumidores que optaram pela modalidade tarifária verde é válido ressaltar que mesmo com a demanda registrada nos diferentes horários, o valor apropriado para faturamento condiz a demanda contratada mediante acordo com a concessionária, que é comparada a máxima demanda registrada, independente do horário e, eventualmente, multas por ultrapassagem.

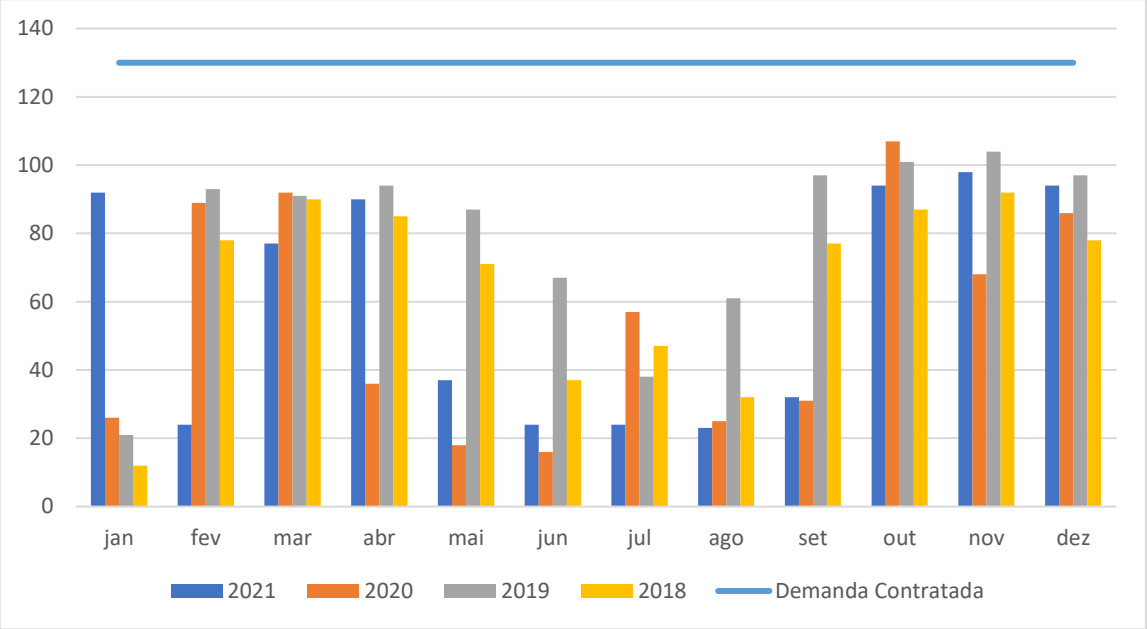
Tabela 3 – Dados de demanda ponta e fora de ponta entre os anos

Mês	DEMP 2018	DEM FP 2018	DEMP 2019	DEM FP 2019	DEMP 2020	DEM FP 2020	DEMP 2021	DEM FP 2021
	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW
Dez	42	78	11	97	43	86	43	94
Nov	50	92	13	104	44	68	42	98
Out	45	87	26	101	34	107	42	94
Set	24	77	17	97	27	31	32	32
Ago	15	32	10	61	17	25	20	23
Jul	37	47	9	38	12	57	17	24
Jun	18	37	10	67	10	16	35	24
Maio	50	71	20	87	16	18	49	37
Abr	36	85	11	94	10	36	23	90
Mar	41	90	17	91	39	92	48	77
Fev	29	78	12	93	50	89	8	24
Jan	7	12	9	21	10	26	29	92
Médias	**33**	**66**	**14**	**79**	**26**	**54**	**32**	**59**

Fonte: Próprio Autor (2022)

Mediante valores registrados pela concessionária durante 4 anos, nota-se um contrato excessivo de demanda, consoante Figura 16.

Figura 16 - Demanda fora de ponta entre os anos



Fonte: Próprio Autor (2022)

Assim, torna-se viável a elaboração de um novo contrato de demanda para eficiente utilização do sistema e redução de gastos.

4.1.1 Adequação de contrato de demanda

A adequação do contrato de demanda tem por objetivo a excelência na gestão da energia elétrica, ou seja, eliminar gastos financeiros. Dessa maneira, chama-se demanda ótima o valor de demanda contratada que resulte no menor valor de faturamento durante intervalo de análise, atendendo a necessidade do consumidor.

Com a aplicação dos dados do consumidor no software MATLAB, foi necessário, para efeito de faturamento, determinar as tarifas pela utilização de demanda contratada. Sabe-se que as tarifas sofrem reajustes entre os anos, conforme seção 3.1, assim, disposto na Tabela 4 e no Anexo A, encontram-se as tarifas de demanda e energia para os consumidores A4 classificados na modalidade Horo Sazonal VERDE entre os anos de 2018 a 2021, respectivamente.

Tabela 4 - Valores das tarifas de Energia Horo sazonal Verde – A4

Tarifa Horo Sazonal Verde (Ano)	TUSD (R$/kW)
2018	17,92
2019	18,98
2020	21,61
2021	21,83

Fonte: Adaptado de Neoenergia ELEKTRO (2021)

Utilizando a função custo foi possível determinar a demanda ótima contratada para cada ano de estudo, assim como identificar a diferença para com as demandas atuais, conforme Tabela 5.

Tabela 5 - Comparativo entre demandas

Ano	Demanda Contratada (kW)	Demanda Ótima (kW)
2018	130	83,2
2019	130	93,3
2020	130	85,6
2021	130	90

Fonte: Próprio Autor (2022)

Em 2018 a diferença entre a demanda ótima e contratada foi de aproximadamente 47 kW, ano que apresentou a maior disparidade, outrora 2019, com quase 37 kW de diferença, foi o ano que mais se aproximou da demanda contratada. Em todo caso, a necessidade de adequação mostra-se pertinente.

4.1.2 Resultados sob nova contratação - Consumidor 1

Com a demanda ótima estimada para o ano de 2018, a função ainda contabiliza o gasto anual e a porcentagem de economia para a nova contratação. Dessa forma, tem-se:

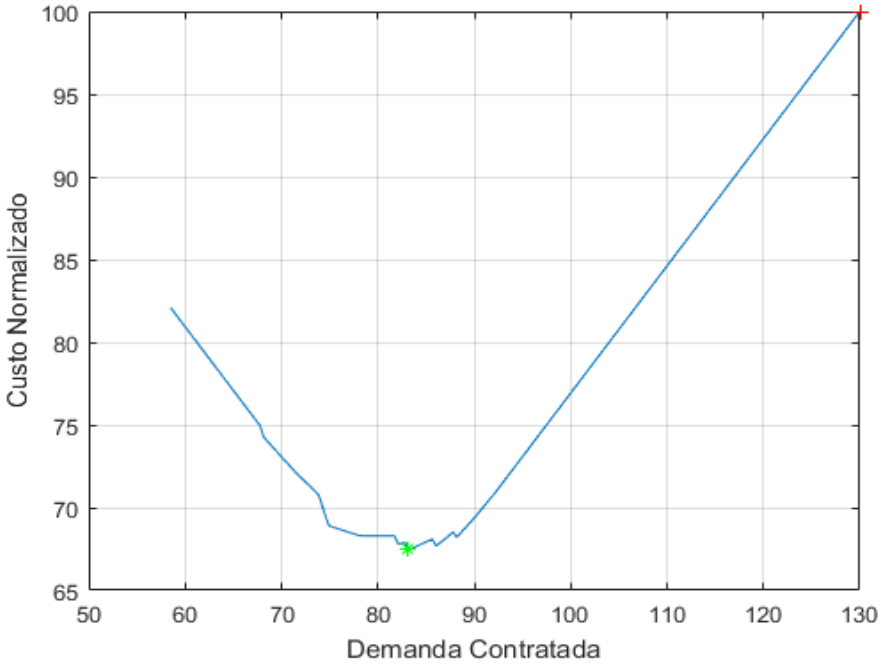
Demanda medida no intervalo de 12 meses (kW): **12 – 78 – 90 – 85 – 71 – 37 – 47 – 32 – 77 – 87 – 92- 78.**

- Demanda Contratada: **130 kW**
- Demanda Ótima Calculada: **83,2 kW**
- Percentual de Economia sobre a Demanda Contratada: **32,5%**

- Valor Anual Gasto com a Demanda Contratada: **R$ 27.960,00**
- Valor Anual Gasto com a Demanda Ótima Estimada: **R$ 18.860,00**
- Valor economizado no ano somente em demanda: **R$ 9.100,00**

A Figura 17 apresenta a curva de estimativa de demanda ótima para 2018. No gráfico, o custo sob a demanda contratada é normalizado em 100%, indicado pelo asterisco vermelho e a demanda ótima é indicada pelo asterisco verde.

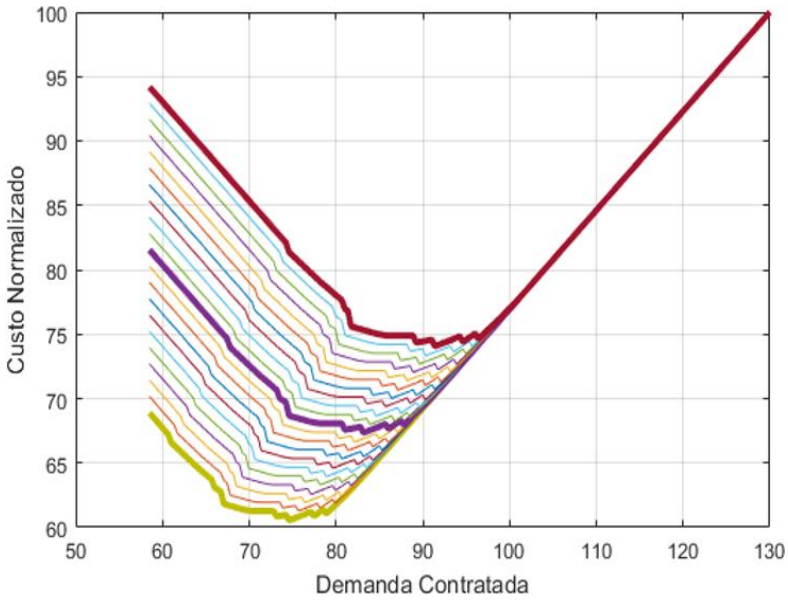
Figura 17 - Curva de Estimativa de Demanda Ótima 2018



Fonte: Próprio Autor (2022)

A Figura 18 apresenta a mesma curva, porém com variação no histórico de demanda de -10% (em amarelo) a +10% (em vermelho).

Figura 18 - Curva de Estimativa de Demanda Ótima 2018 com variação de -10% a 10% de demanda contratada

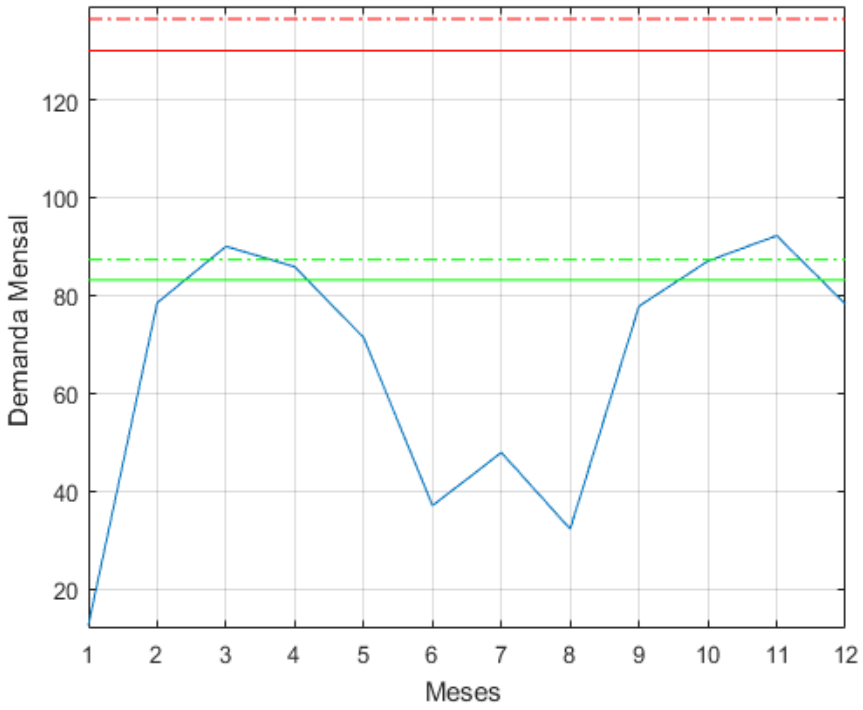


Fonte: Próprio Autor (2022)

A variação de demanda indica a possibilidade de avaliação de mudanças do perfil de uso de energia da UC, sejam elas quando consumidores adicionam equipamentos na planta e aumentam o consumo e demanda, elevando o custo final nas faturas, ou quando implantam equipamentos como painéis fotovoltaicos, que podem gerar créditos de energia e reduzir os custos finais.

A Figura 19 exibe os pontos de demandas medidas (azul), os pontos de demanda contratada (vermelho) e a demanda ótima estimada (verde). Ainda, as linhas pontilhadas indicam o valor de 5% acima das duas demandas, relativas ao limite onde se é cobrada a tarifa extra por ultrapassagem.

Figura 19 - Histórico de Demanda Medida, Demanda Contratada e Demanda Ótima 2018



Fonte: Próprio Autor (2022)

Para os três anos consecutivos de análise, verifica-se na Tabela 6, os gastos anuais e economia sob perspectiva de mudança na contratação de demanda.

Tabela 6 - Valores economizados em demanda sob nova contratação

Ano	Demanda Ótima Calculada (kWh)	Gasto Anual com Demanda Contratada (R$)	Gasto Anual com Demanda Ótima (R$)	Valor Economizado em Demanda (R$)	Economia sobre Demanda Contratada (%)
2019	93,2	29.610,00	22.500,00	7.110,00	24
2020	85,6	33.710,00	24.100,00	9.610,00	28,5
2021	90	34.050,00	24.360,00	9.690,00	28,5

Fonte: Próprio Autor (2022)

As Figuras que representam as curvas de estimativa e históricos de demanda entre os anos de 2019 a 2021, encontram-se no Apêndice A.

4.2 PERFIL DE CONSUMO – CONSUMIDOR 2

Para levantamento de informações e estudo do segundo caso, foram utilizados como premissa os dados do consumidor presente a seguir:

UC: 950947.

Número do cliente: 1703877.

Subgrupo: A4.

Endereço: Rua Rio Tocantins, 40 – ESCOLA - ZONA NORTE – Ilha Solteira – SP.

Modalidade: Horária Verde.

Tensão: 13.800 V.

Tipo de contrato: Cativo.

Demanda contratada: 70 kW.

Através das 2ª vias das faturas de energia, disponibilizadas pelo site da distribuidora ELEKTRO, fez-se possível coletar dados de consumo e demanda durante o intervalo de 3 anos, respectivos aos anos de 2019 a 2021 e, dessa forma, calcular as médias de consumo durante o horário de ponta e fora de ponta conforme Tabela 7.

Tabela 7 - Dados de consumo ponta e fora de ponta entre os anos

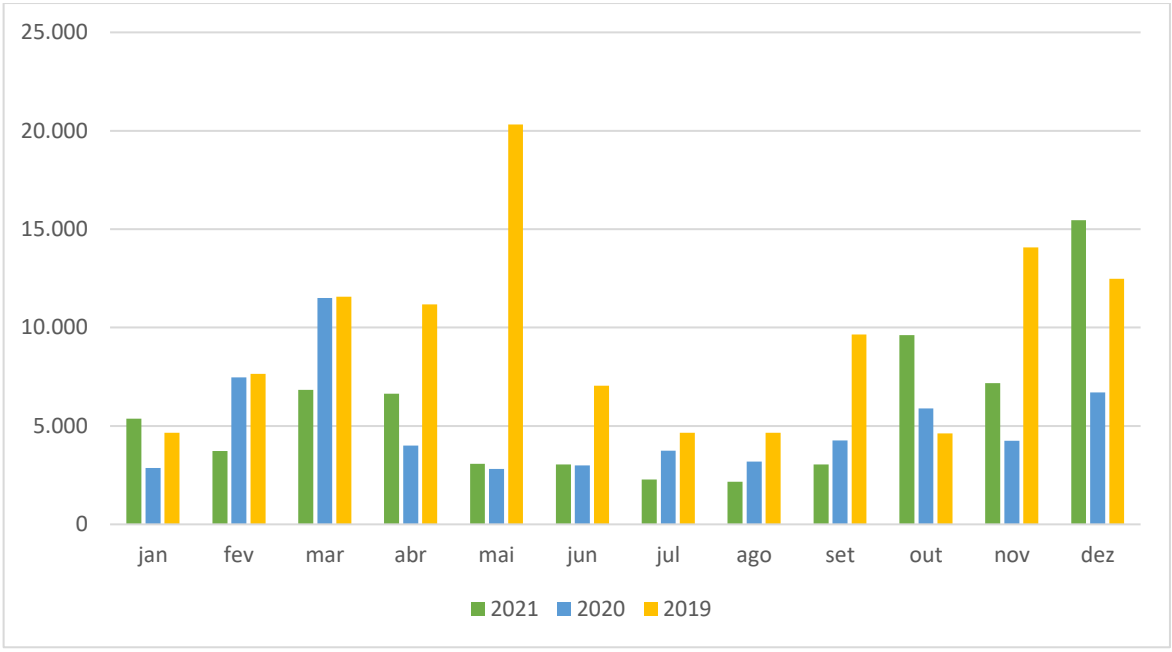
Mês	Cons. FP 2019	Cons. P 2019	Cons. FP 2020	Cons. P 2020	Cons. FP 2021	Cons. P 2021
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Dez	12.198	281	6.552	147	15.253	206
Nov	13.809	267	4.121	127	7.002	175
Out	4.319	295	5.722	164	9.446	175
Set	9.333	318	4.105	165	2.878	166
Ago	4.406	244	2.989	194	2.001	161
Jul	4.394	262	3.548	199	2.118	160
Jun	6.740	305	2.823	170	2.873	168
Maio	19.996	319	2.611	199	2.915	161
Abr	10.870	305	3.839	172	6.448	194
Mar	11.244	317	11.316	190	6.678	149
Fev	7.350	305	7.296	175	3.593	141
Jan	4.350	298	2.712	149	5.237	127
Médias	**9.084**	**293**	**4.803**	**171**	**5.537**	**165**

Fonte: Próprio Autor (2022)

Semelhante ao consumidor 1, verifica-se um consumo maior durante o horário fora de ponta pelo consumidor 2, reforçando a escolha da unidade pela opção da tarifa verde.

A Figura 20 representa o comparativo de consumo total entre os meses de estudo.

Figura 20 - Gráfico do Consumo Total (kWh)



Fonte: Próprio Autor (2022)

O consumo é elevado em períodos do ano onde o clima quente prevalece, como consequência da utilização de aparelhos condicionadores de ar. Por consequência da pandemia mundial, os anos de 2020 e 2021 apresentam consumos menores.

A Tabela 8 representa o consumo anual do consumidor em questão.

Tabela 8 - Consumo anual

2021 (kWh)	2020 (kWh)	2019 (kWh)
68.425	59.685	112.525

Fonte: Próprio Autor (2022)

Com a análise do perfil de consumo e histórico de faturamento, os dados de demanda foram coletados dentre os anos de estudo, e dessa forma, segundo Tabela 9, verifica-se as médias de demanda para os horários de ponta e fora de ponta.

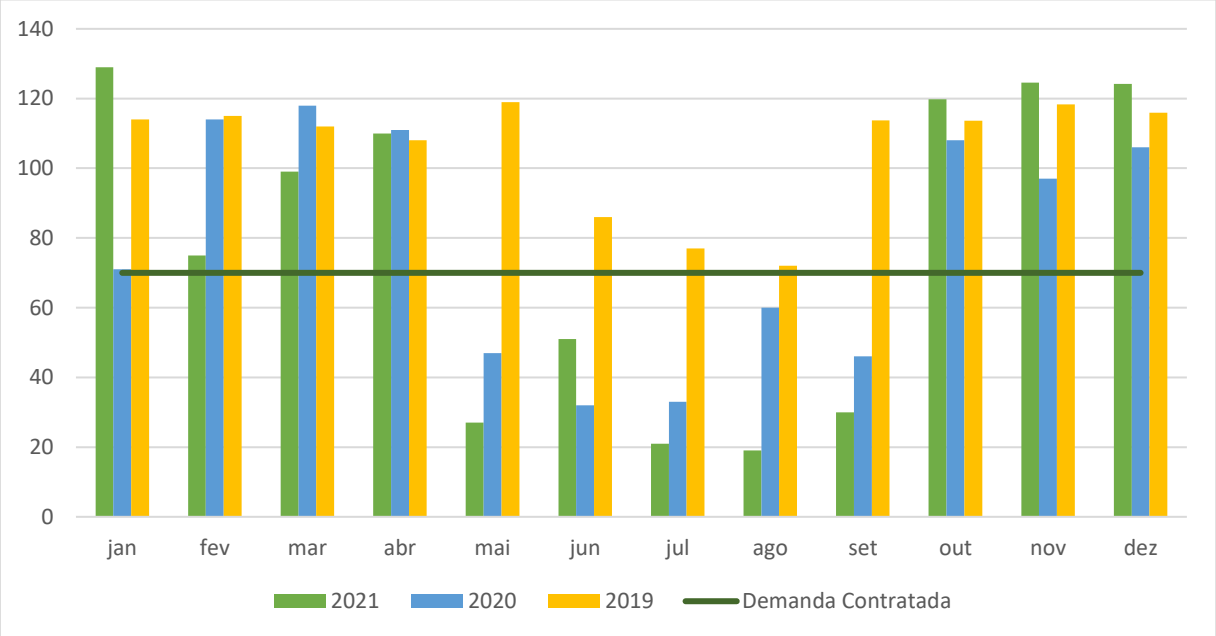
Tabela 9 – Dados de demanda ponta e fora de ponta entre os anos

Mês	DEMP 2019	DEM FP 2019	DEMP 2020	DEM FP 2020	DEMP 2021	DEM FP 2021
	kW	kW	kW	kW	kW	kW
Dez	40	116	5	106	5	124
Nov	10	118	10	97	4	125
Out	9	114	7	108	5	120
Set	19	114	10	46	4	30
Ago	10	72	9	60	4	19
Jul	10	77	8	33	4	21
Jun	2	86	8	32	4	51
Maio	10	119	13	47	4	27
Abr	23	108	5	111	4	110
Mar	24	112	9	118	7	99
Fev	15	115	10	114	4	75
Jan	10	114	5	71	11	129
Médias	**15**	**105**	**8**	**79**	**5**	**77**

Fonte: Próprio Autor (2022)

Consoante valores registrados pela concessionária durante 3 anos, constata-se um contrato reduzido de demanda, conforme Figura 21.

Figura 21 - Demanda fora de ponta entre os anos



Fonte: Próprio Autor (2022)

Portanto, a elaboração de um novo contrato de demanda para o consumidor é válida, visando redução de custos nas faturas e eficiente utilização de energia.

4.2.1 Resultados sob nova contratação – Consumidor 2

Com o auxílio da função custo no software MATLAB para o tratamento de dados e das tarifas de energia vigentes, foi possível determinar a demanda ótima para cada ano de estudo, conforme Tabela 10.

Tabela 10 - Comparativo entre demandas

Ano	Demanda Atual (kW)	Demanda Ótima (kW)
2019	70	113,7
2020	70	105
2021	70	119

Fonte: Próprio Autor (2022)

Em 2021 houve a maior disparidade entre demandas, cerca de 49 kW de diferença, entretanto o ano de 2020 registrou a menor diferença, com aproximadamente 35 kW.

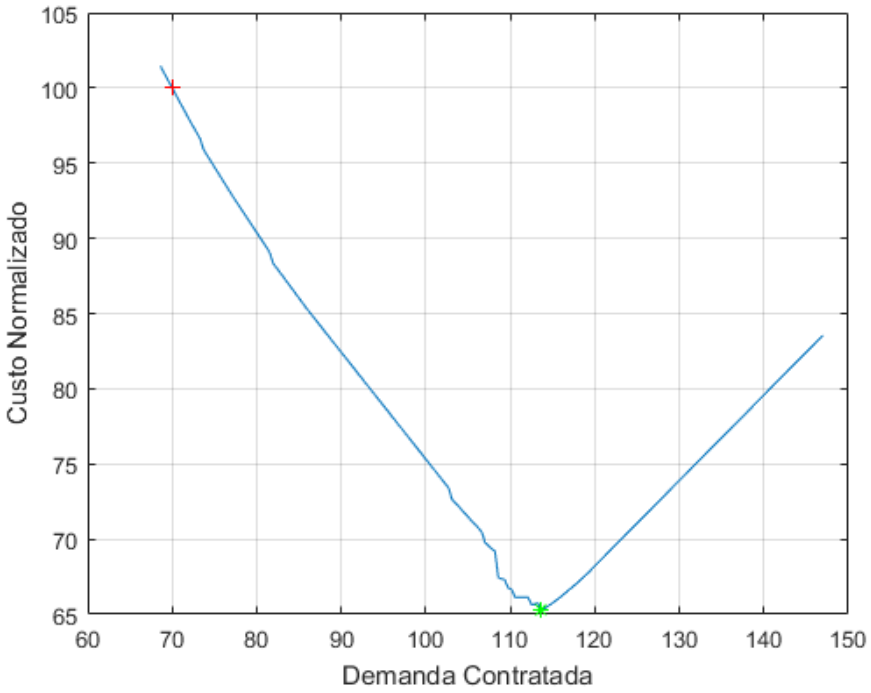
Mediante demanda ótima estimada para o ano de 2019, o gasto anual e a porcentagem de economia para nova contratação foram estabelecidas de acordo com a função custo. Dessa forma, tem-se:

Demanda medida no intervalo de 12 meses (kW): **114 – 115 – 112 – 108 – 119 – 86 – 77 – 72 – 114 – 114 – 118 - 116**

- Demanda Contratada: **70 kW**
- Demanda Ótima Calculada: **113,7 kW**
- Percentual de Economia sobre a Demanda Contratada: **34,71%**
- Valor Anual Gasto com a Demanda Contratada: **R$ 40.070,00**
- Valor Anual Gasto com a Demanda Ótima Estimada: **R$ 26.160,00**
- Valor economizado no ano somente em demanda: **R$ 13.910,00**

Análogo ao consumidor 1, a Figura 22 apresenta a curva de estimativa de demanda ótima de 2019 para o consumidor 2. No gráfico, o custo sob a demanda atual também é normalizado em 100%, indicado pelo asterisco vermelho e a demanda ótima é indicada pelo asterisco verde.

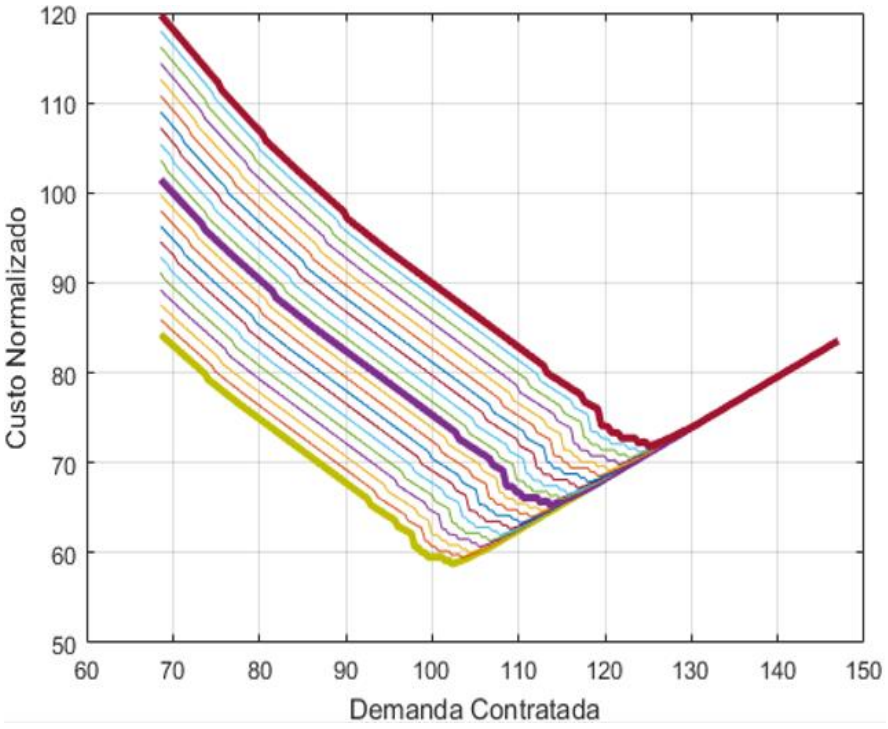
Figura 22 - Curva de Estimativa de Demanda Ótima 2019



Fonte: Próprio Autor (2022)

A Figura 23 apresenta curva similar, porém com variação no histórico de demanda de -10% (em amarelo) a +10% (em vermelho).

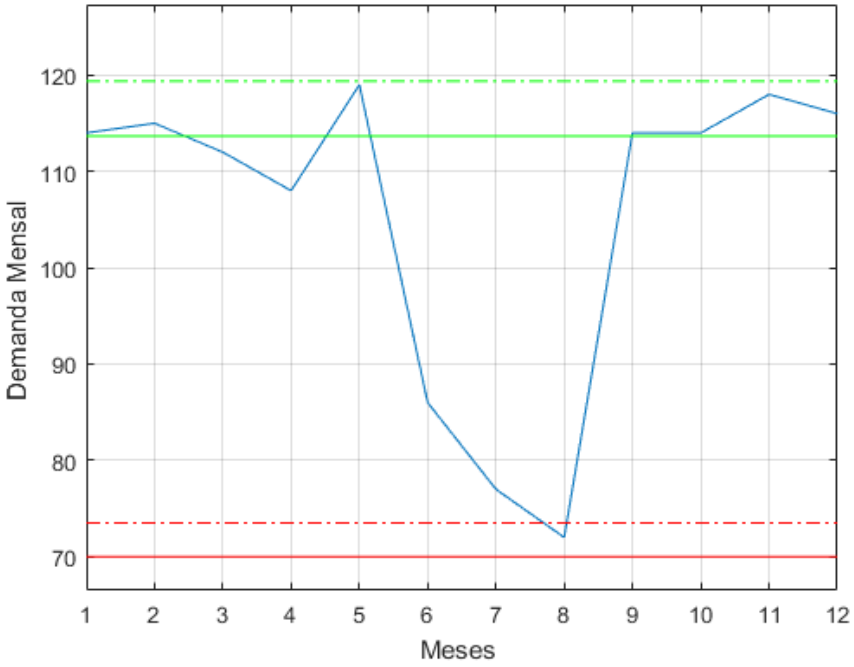
Figura 23 - Curva de Estimativa de Demanda Ótima 2019 com variação de -10% a +10% de demanda contratada



Fonte: Próprio Autor (2022)

Consoante Figura 24, os pontos de demanda medidas são exibidos em azul, os pontos de demanda contratada em vermelho e a demanda ótima estimada em verde. As linhas pontilhadas indicam o valor de 5% acima das duas demandas, relativas ao limite onde é cobrada a tarifa extra por ultrapassagem.

Figura 24 - Histórico de Demanda Medida, Demanda Contratada e Demanda Ótima 2019



Fonte: Próprio Autor (2022)

Para os dois anos consecutivos de análise, verifica-se na Tabela 11, os gastos anuais e economia sob perspectiva de mudança na contratação de demanda.

Tabela 11 - Valores economizados em demanda sob nova contratação

Ano	Demanda Ótima Calculada (kW)	Gasto Anual com Demanda Contratada (R$)	Gasto Anual com Demanda Ótima (R$)	Valor Economizado em Demanda (R$)	Economia sobre Demanda Contratada (%)
2020	105	33.340,00	28.930,00	4.410,00	13,2
2021	119	37.460,00	32.110,00	5.530,00	14,3

Fonte: Próprio Autor (2022)

As Figuras que representam as curvas de estimativa e históricos de demanda entre os anos de 2020 e 2021 encontram-se no Apêndice B.

4.3 PERSPECTIVA SOBRE NOVA CONTRATAÇÃO

A análise da legislação brasileira quanto às tarifas de energia elétrica em relação às classes de tarifação e contratação de demanda para consumidores do grupo A, subgrupo A4, é necessária quanto à eficiência na utilização de energia e redução das faturas. No presente trabalho, foram observadas sobre contratações de demanda para a unidade consumidora 12245224 - Escola ABBS, 401, Alameda São Paulo, Zona Sul e subcontratações de demanda para a unidade consumidora 950947 Rua Rio Tocantins, 40, Escola, Zona Norte, e consequentemente a necessidade de adequação.

Em suma, foram estudadas faturas de energia com as principais características de consumo entre os anos de 2018 a 2021 e, por meio da utilização de planilha eletrônica e programação da função custo no software matemático MatLab, fez-se possível elaborar estimativas de demanda ótima para contratação. A elaboração permitiu a comparação de custos em relação à demanda contratada atual, o percentual de economia e o valor economizado em demanda para cada ano, mostrando eficiência na redução das faturas de energia sob perspectiva de nova contratação.

Para os consumidores avaliados torna-se inviável uma estimativa de mudança de grupo tarifário, uma vez que, como exibido em tabelas, os dados de consumo no horário fora de ponta, considerando a proporcionalidade entre horários, são maiores comparados aos do horário de ponta e a demanda contratada referente aos anos de estudo é alta.

Conforme definição na Seção 3.2 e análise do perfil de carga das UCs, a estrutura tarifária verde é viável por possuir uma TUSDdemanda única. A mudança para a estrutura tarifária azul implicaria na cobrança de tarifas diferentes durante os horários de ponta e fora ponta, gerando custos maiores na fatura, resultado contrário ao objetivo de estudo.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho buscou desenvolver um estudo a respeito da avaliação da recontratação de demanda de energia elétrica a fim de elaborar propostas para consumidores classificados no subgrupo A4 do setor público.

Sendo assim, para avaliação de recontratação de demanda, realizou-se um embasamento teórico acerca das Resoluções Normativas da ANEEL referente às tarifas, classes de tarifação e demanda de energia elétrica. Com todo embasamento, foi possível estudar e avaliar se a recontratação da demanda poderia ser aplicada às unidades consumidoras.

Posteriormente, focou-se em examinar os históricos de consumo, demanda e faturas de energia elétrica das unidades e detectar a necessidade de mudança para redução de custos. Através de planilhas eletrônicas e programação utilizando a função custo no software MATLAB, foi possível analisar a estimativa de mudança e o impacto sobre a nova contratação. Para a análise de enquadramento tarifário, considerando os dados de consumo e demanda, a opção tarifária verde, já utilizada pelas unidades do estudo, apresentam um melhor custo-benefício e, dessa forma, não houveram tratativas de mudança.

Compreende-se que é válida a proposta de adequação de demanda das unidades junto à concessionária, visando economia para com os custos de energia. Ao mesmo tempo, a medida torna-se benéfica para a concessionária de distribuição, que identificaria a quantidade de energia real pretendida pelo consumidor.

Como sugestão de trabalho futuro, para um melhor desempenho energético, o estudo de medidas de eficiência energética que visem gerenciamento de recursos para o sistema público como um todo, como por exemplo a modernização de equipamentos e implantação de softwares de gerenciamento de energia, potencializando a redução de custos para as unidades consumidoras.

REFERÊNCIAS

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Regras, direitos e deveres.** ANEEL, 20 de maio de 2019. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/espaco-do-consumidor>. Acesso em: 18 de jan. de 2022.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Normativa n°1000 de 07 de dezembro de 2021**. Disponível em: < https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/noticias/2022/conheca-a-resolucao-1-000-que-reune-os-direitos-e-deveres-do-consumidor-de-energia-eletrica>. Acesso em: 10 de abr. de 2022.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Tarifas consumidores.** ANEEL, 3 de abr. de 2017. Disponível em: < https://www.aneel.gov.br/tarifas-consumidores.>. Acesso em: 10 de abr. de 2022.

BATISTA, O.E. e FLAUSINO, R.A., 2012. **Medidas de Gestão Energética de baixo custo como estratégia para redução de custos com energia elétrica.** *Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas*, (4), p.117.

BOGO, C.E.; HAUBERT. W.S. **Aumento de Carga vs. Tarifação da Energia Elétrica: Um Estudo de Caso na UTFPR - Campus Pato Branco – 2010 a 2011.** 2012. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná-Campus de Pato Branco, Pato Branco.

BRANDÃO, Humberto. **Projeto de Algoritmos: tentativa e erro.** Universidade Federal de Alfenas - UNIFAL – MG.

BRASIL. **Decreto-lei nº 479, de 20 de março de 1992.** Altera a redação do art. 7º do Decreto nº 62.724, de 17 de maio de 1968. Brasília, 20 de mar. de 1992. Companhia Hidroelétrica de São Patrício - CHESP. **Fator de Potência**. Disponível em: < https://www.chesp.com.br/pagina/institucional/39-fator-de-potencia#:~:text=%C3%89%20um%20%C3%ADndice%20que%20relaciona,em%20rela%C3%A7%C3%A3o%20%C3%A0%20energia%20ativa.>. Acesso em: 27 de mar. de 2022.

CPFL. **Bandeiras Tarifárias**. Disponível em: https://www.cpfl.com.br/bandeiras-tarifarias. Acesso em: 12 de fev. de 2022.

DE LIMA, A.; GUIMARÃES JR., S.; CAMACHO,J.; SALERNO, C. E BISPO, D. **Sistema Decisório Fuzzy para Análise da Demanda de Energia Elétrica.** NERFAE - Núcleo de Eletricidade Rural e Fontes Alternativas de Energia. Núcleo de Máquinas Elétricas. Faculdade de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Uberlândia.Disponível em: http://www.camacho.prof.ufu.br/CBA344.pdf. Acesso em: 14 de abr. de 2022.

ELEKTRO NEOENERGIA. Sua Casa Tarifas, taxas e tributos. Disponível em: < https://www.neoenergiaelektro.com.br/sua-casa/tarifas-taxas-e-tributos>. Acesso em: 20 de jan. de 2022.

ENGELÉTRICA. Correção do Fator de Potência/ Legislação Atual, 2010. Disponível em: <https://tecnoblog.net/responde/referencia-site-abnt-artigos/>. Acesso em: 23 de fev. de 2022.

ESFERA BLOG. **Diferenças entre consumidor livre e especial no Mercado Livre de Energia**, 8 de jan. de 2021. Disponível em: < https://esferaenergia.com.br/blog/consumidor-livre-especial/>. Acesso em: 8 de mar. de 2022.

ENEJR. **Eficiência energética: tudo que você precisa saber**. Empresa Júnior de Engenharia de Energia, 2020. Disponível em: < https://www.enejr.com.br/post/efici%C3%AAncia-energ%C3%A9tica-tudo-que-voc%C3%AA-precisa-saber?>. Acesso em: 15 de maio de 2022.
Empresa de Pesquisa Energética – EPE. **Matriz Energética e Elétrica**, 2021. Disponível em: < https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica#ELETRICA>. Acesso em: 12 de maio de 2022.

ECOA Energia Renováveis. **Demanda contratada.** ECOA, 4 de nov. de 2020. Disponível em: <https://www.ecoaenergias.com.br/2020/11/04/demanda-contratada/>. Acesso em: 12 de jan. de 2022.

FREITAS D. M.; ONOFRE J.; JUNIOR L.G.; RIBEIRO P. E. M. J. **Sistema de Suporte a Gestão de Contrato de Consumo de Energia Elétrica para Ambiente de Smart Grid Baseado em Evolução Diferencial e Redes Neurais Artificiais.** 2012**.** Disponível em: <http://www.eletrica.ufpr.br/anais/induscon/2012/Data/iREP1944.pdf>. Acesso em: 14 de mar. de 2022.

GEMIGNANI, Matheus Mingatos Fernandes. **Proposição e análise comparativa de métodos alternativos de seleção e classificação de curvas de carga para a definição de tipologias para estudos tarifários.** 2009. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Potência) - Escola Politécnica, University of São Paulo, São Paulo, 2009. doi:10.11606/D.3.2009.tde-29062009-151951. Acesso em:.14 de mar. de 2022.

LEGISWEB. **Resolução Normativa ANEEL nª 479 de 03/04/2012**. 2012. Disponível em: < https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=240247>. Acesso em: 10 de abr. de 2022.

LIMA A. C.; JUNIOR S. C. G.; CAMACHO J. R.; BISPO D.; **Análise da Demanda de Energia Elétrica Usando o Sistema Decisório Fuzzy. 2004.** Disponível em: < http://seeds.usp.br/pir/arquivos/congressos/CBPE2004/Artigos/AN%C1LISE%20DA%20DEMANDA%20DE%20ENERGIA%20EL%C9TRICA.pdf>. Acesso em: 14 de mar. de 2022.

MARANGONI, F.; FERREIRA, S. O.; KONOPATZKI, E. *Determination of great demand for ensuring excellence in energy management*. In: Congresso Nacional de Excelência em Gestão. Rio de Janeiro, RJ: [s.n.], 2015. Disponível em:<http://www.inovarse.org/sites/default/les/T_15_069_6.pdf>. Acesso em: 15 de jan. de 2022.

NEOENERGIA BRASILIA. Tarifas. Disponível em: < https://www.neoenergiabrasilia.com.br/residencial-e-rural/Paginas/tarifas.aspx>. Acesso em: 02 de abr. de 2022.

OLIVEIRA C. S.; MARQUES J. J. A.; JUNIOR B. F. S.; LINARD F. M. A.; ALMEIDA A. R. **Análise Tarifária Da Universidade Federal do Piauí – Campus Petrônio Portela.** Congresso Técnico Científico de Engenharia e da Agronomia – CONTECC. Fortaleza - CE. 2015.

OMERGA ENERGIA. **Você sabia que existem diferentes tipos de consumidores de energia?** Omega Energia, 27 de out. de 2021. Disponível em: <https://blog.omegaenergia.com.br/mercado-livre-de-energia/consumidor-cativo-consumidor-livre/>. Acesso em: 15 de abr. de 2022.

REYMASTER Materiais Elétricos. Tarifa Branca: nova opção para reduzir a conta de energia. Blog Reymaster 23 de jan. de 2018. Disponível em: < http://www.reymaster.com.br/blog/tarifa-branca-nova-opcao-para-reduzir-a-conta-de-energia>. Acesso em: 02 de abr. de 2022.

ROCHA, Gustavo. Saiba o que são horários de ponta no consumo de energia. SOLARVOLT. Disponível em: < https://www.solarvoltenergia.com.br/blog/tudo-sobre-os-horarios-de-ponta-no-consumo-de-energia/>. Acesso em: 11 de abr. de 2022.

SILVA M. F.; COSTA F.I.S.;SILVA Y. F. F. C.; VARELLA F. K. O. M.; ANDRADE H. D.; **Análise da Demanda e do Consumo de Energia Elétrica Da Universidade Federal Rural Do Semi-Árido: 2011 E 2012.** Revista Extendere. Vol. 2, Nº 1, jul. a Dez, 2013.

SILVEIRA, Cristiano Bertulucci Silveira. Fator de Potência: Legislação na Distribuição e Correções. **Citisystems,** 25 de fev. de 2017, Disponível em: < https://www.citisystems.com.br/fator-de-potencia-legislacao-distribuicao-correcoes/>. Acesso em: 05 de fev. de 2022.

SOUZA, A. S.; SOUZA, J. B.; OLIVEIRA, L. C. O.; ESTEVAM, G. P. **Adequação ao Sistema de Tarifação de Consumidores de Energia Elétrica**. Omnia Exatas, Vol.4, Nº.2, p.43-62, 2011.

SULTECH: Tecnologia em Expansão. **Você sabe a importância do Fator de Potência para a rede elétrica industrial?** Notícias, 2021. Disponível em: < <https://sultech.com.br/2021/03/19/voce-sabe-a-importancia-do-fator-de-potencia-para-a-rede-eletrica-industrial/>. Acesso em: 06 de fev de 2022.

VIANA, Augusto Nelson Carvalho et al. **Eficiência energética: fundamentos e aplicações**. Elektro, Universidade Federal de Itajubá, Excen, Fupai, v. 1, 2012.

ANEXO A – TARIFAS DE ENERGIA ELÉTRICA PARA MODALIDADE HORÁRIA VERDE – SUBGRUPO A4

Figura A1 - Tarifas de energia elétrica horo sazonal verde Grupo A, Subgrupo A4, 2018

ENERGIA / CONSUMO	TE		TU		TARIFA FINAL	
SUBGRUPO	Ponta (R$/kWh)	Fora Ponta (R$/kWh)	Ponta (R$/kWh)	Fora Ponta (R$/kWh)	Ponta (R$/kWh)	Fora Ponta (R$/kWh)
A3a (30 kV a 44 kV)	0,50729	0,3219	1,07956	0,06331	**1,58685**	**0,38521**
A4 (2,3 a 25 kV)	0,50729	0,3219	1,07956	0,06331	**1,58685**	**0,38521**

DEMANDA	COMUM	ULTRAPASSAGEM
SUBGRUPO	TU (R$/kW)	TU (R$/kW)
A3a (30 kV a 44 kV)	17,92	35,84
A4 (2,3 a 25 kV)	17,92	

Fonte: Adaptado de ANEEL n° 2.437 (2018)

Figura A2 - Tarifas de energia elétrica horo sazonal verde Grupo A, Subgrupo A4, 2019

ENERGIA / CONSUMO	TE		TU		TARIFA FINAL	
SUBGRUPO	Ponta (R$/kWh)	Fora Ponta (R$/kWh)	Ponta (R$/kWh)	Fora Ponta (R$/kWh)	Ponta (R$/kWh)	Fora Ponta (R$/kWh)
A3a (30 kV a 44 kV)	0,39522	0,23298	1,20334	0,07831	**1,28165**	**0,62820**
A4 (2,3 a 25 kV)	0,39522	0,23298	1,20334	0,07831	**1,28165**	**0,62820**

DEMANDA	COMUM	ULTRAPASSAGEM
SUBGRUPO	TU (R$/kW)	TU (R$/kW)
A3a (30 kV a 44 kV)	18,98	37,96
A4 (2,3 a 25 kV)	18,98	

Fonte: Adaptado de ANEEL n° 2.592 (2019)

Figura A3 - Tarifas de energia elétrica horo sazonal verde Grupo A, Subgrupo A4, 2020

A4				
Consumo Ativo na Ponta		1,31420000	0,38759000	1,70179000
Consumo Ativo Fora Ponta		0,07711000	0,24063000	0,31774000
Consumo Reativo Excedente			0,25288000	0,25288000
Demanda Ativa	21,61000000			21,61000000
Demanda Reativa Excedente	21,61000000			21,61000000
Ultrapassagem	43,22000000			43,22000000

Fonte: Adaptado de ANEEL n° 2.762 (2020)

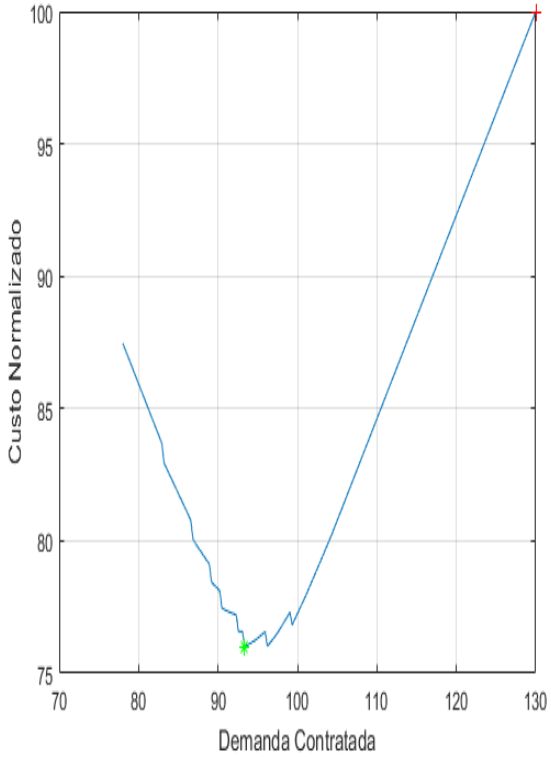
Figura A4 - Tarifas de energia elétrica horo sazonal verde Grupo A, Subgrupo A4, 2021

A4				
Consumo Ativo na Ponta		1,47392000	0,43463000	1,90855000
Consumo Ativo Fora Ponta		0,08631000	0,26900000	0,35531000
Consumo Reativo Excedente			0,28280000	0,28280000
Demanda Ativa	21,83000000			21,83000000
Demanda Reativa Excedente	21,83000000			21,83000000
Ultrapassagem	43,66000000			43,66000000

Fonte: Adaptado de ANEEL n° 2.927 (2021)

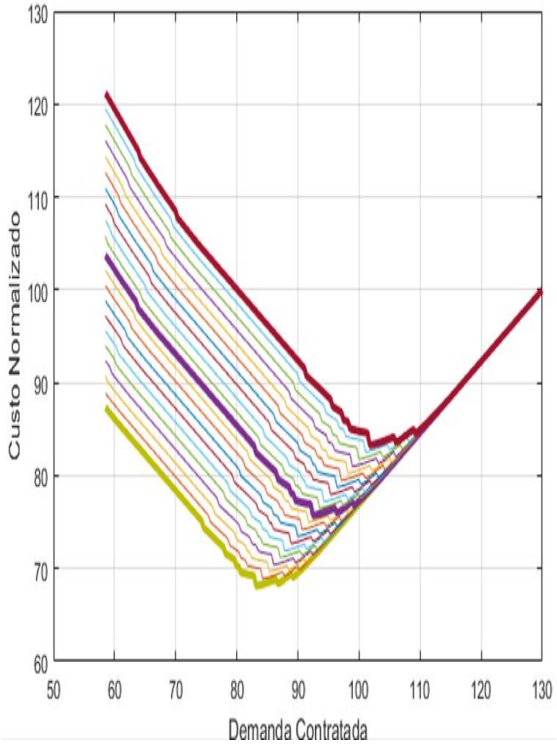
APÊNDICE A – CURVAS DE ESTIMATIVA DE DEMANDA ÓTIMA PARA ANOS DE 2019 A 2021 – CONSUMIDOR 1.

Figura a1 - Curva de Estimativa de Demanda Ótima 2019



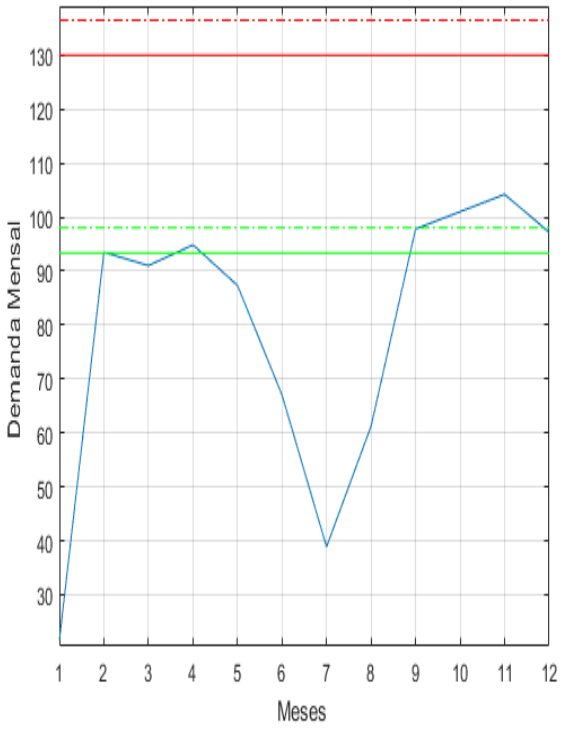
Fonte: Próprio Autor (2022)

Figura a2 - Curva de Estimativa de Demanda Ótima 2019 com variação de -10% a +10% de demanda contratada



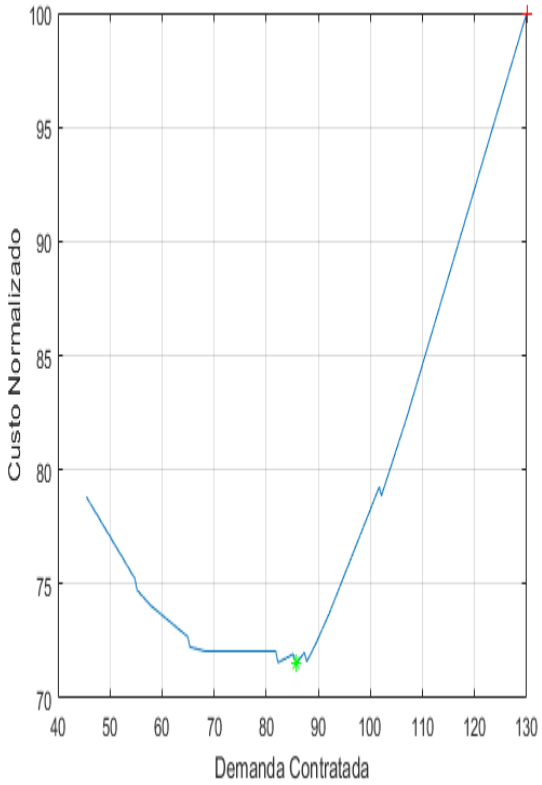
Fonte: Próprio Autor (2022)

Figura a3 - Histórico de Demanda Medida, Demanda Contratada e Demanda Ótima 2019



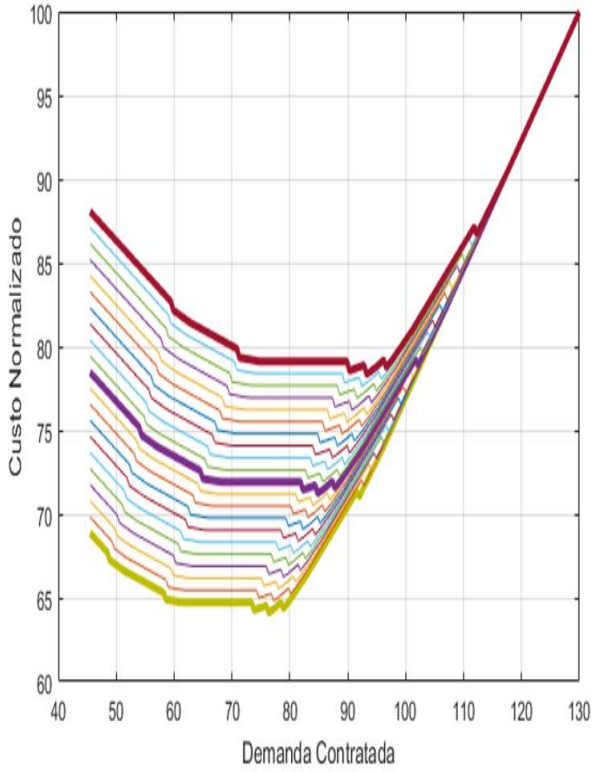
Fonte: Próprio Autor (2022)

Figura a4 - Curva de Estimativa de Demanda Ótima 2020



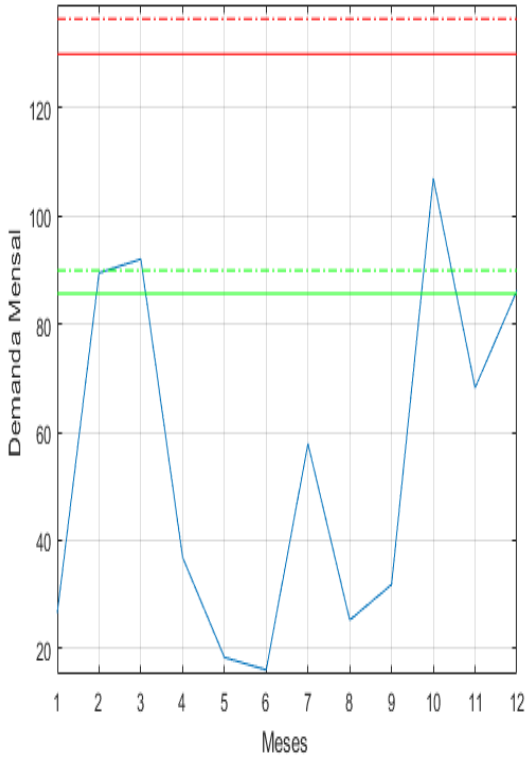
Fonte: Próprio Autor (2022)

Figura a5 - Curva de Estimativa de Demanda Ótima 2020 com variação de -10% a +10% de demanda contratada



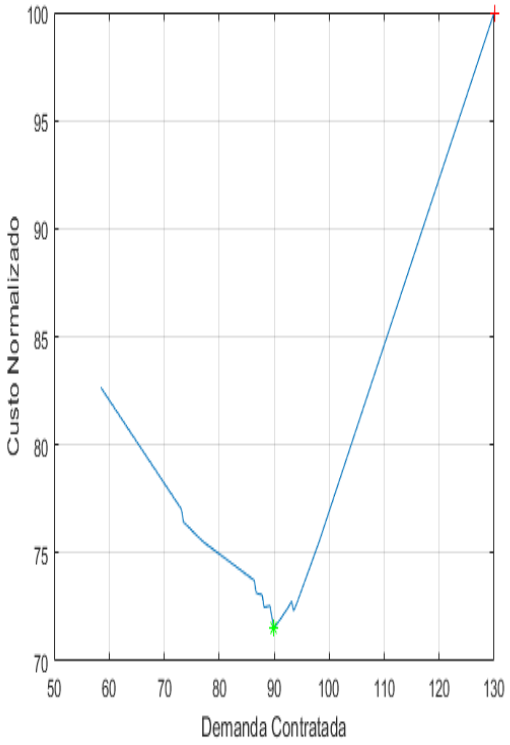
Fonte: Próprio Autor (2022)

Figura a6 - Histórico de Demanda Medida, Demanda Contratada e Demanda Ótima 2020



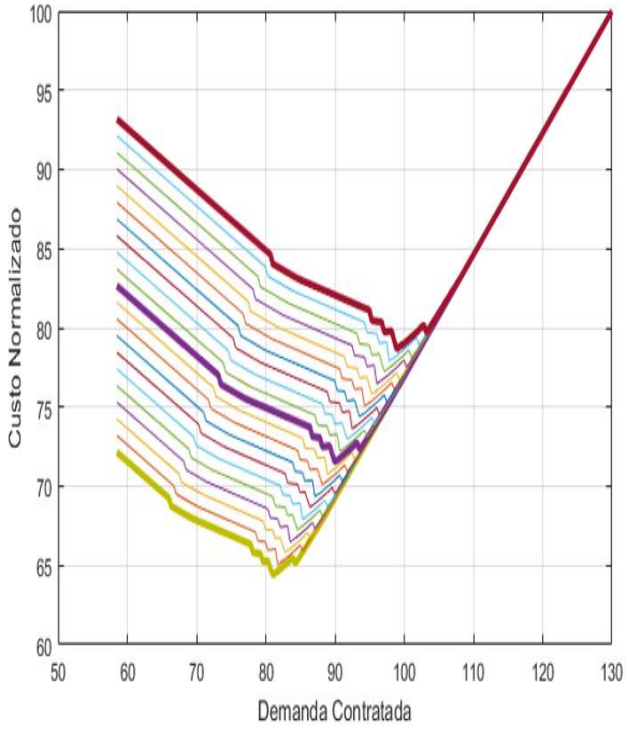
Fonte: Próprio Autor (2022)

Figura a7 - Curva de Estimativa de Demanda Ótima 2021



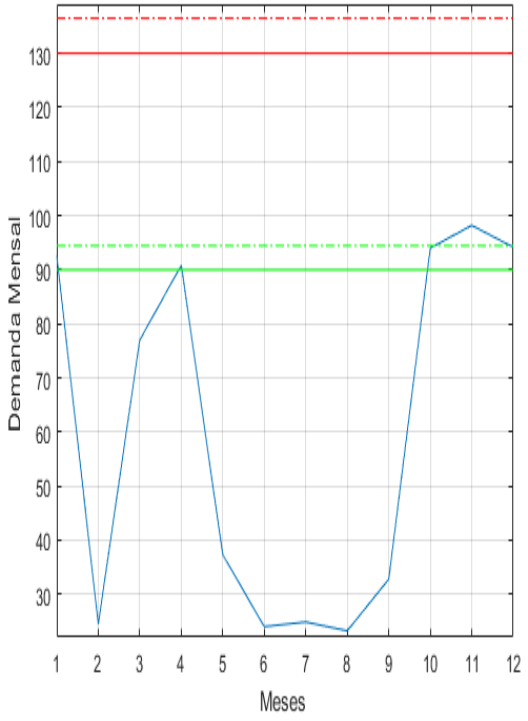
Fonte: Próprio Autor (2022)

Figura a8 - Curva de Estimativa de Demanda Ótima 2021 com variação de -10% a +10% de demanda contratada



Fonte: Próprio Autor (2022)

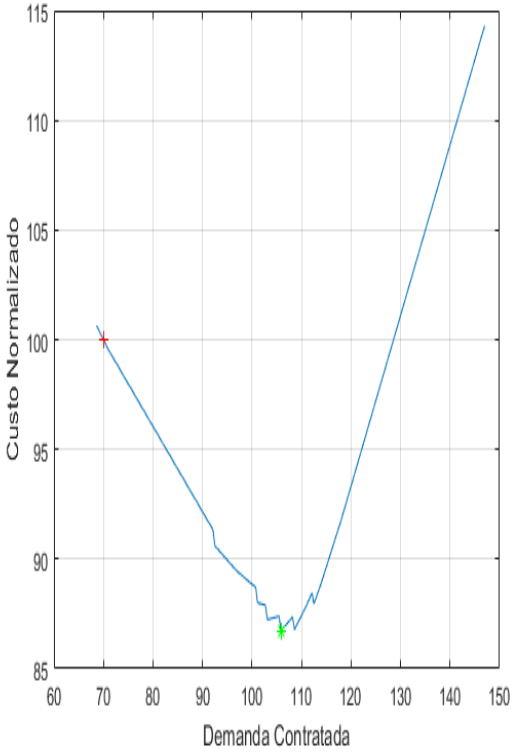
Figura a9 - Histórico de Demanda Medida, Demanda Contratada e Demanda Ótima 2021



Fonte: Próprio Autor (2022)

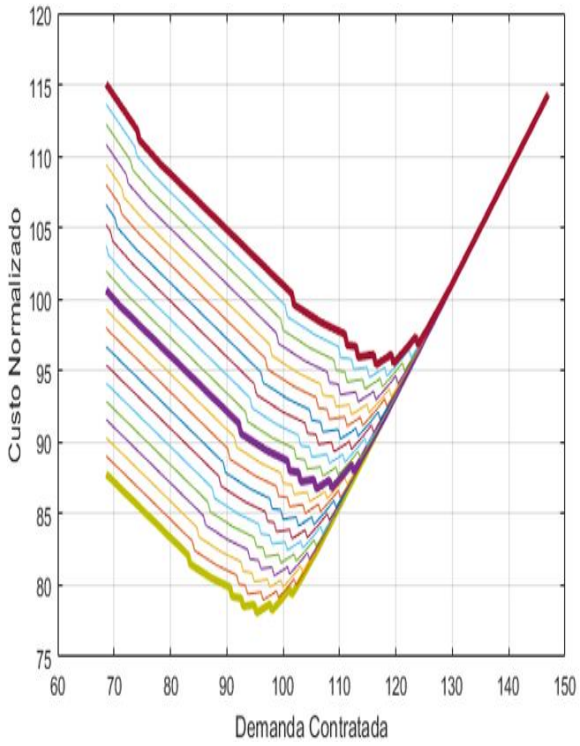
APÊNDICE B – CURVAS DE ESTIMATIVA DE DEMANDA ÓTIMA PARA ANOS DE 2020 A 2021 – CONSUMIDOR 2.

Figura b1 - Curva de Estimativa de Demanda Ótima 2020



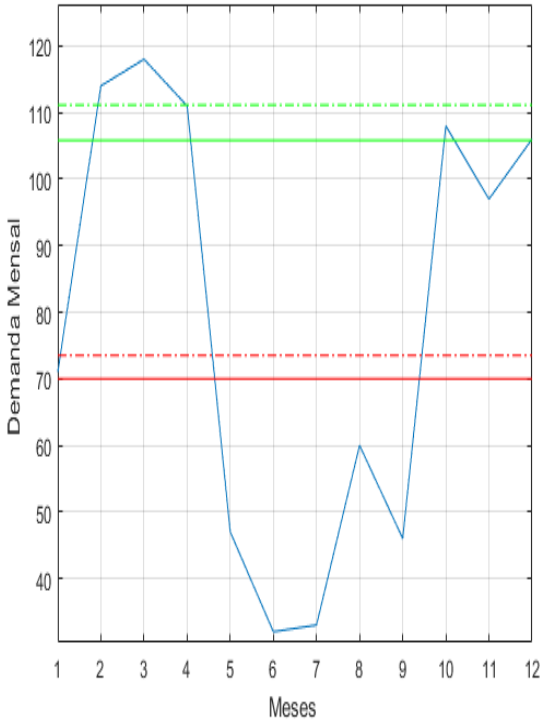
Fonte: Próprio Autor (2022)

Figura b2 - Curva de Estimativa de Demanda Ótima 2020 com variação de -10% a +10% de demanda contratada



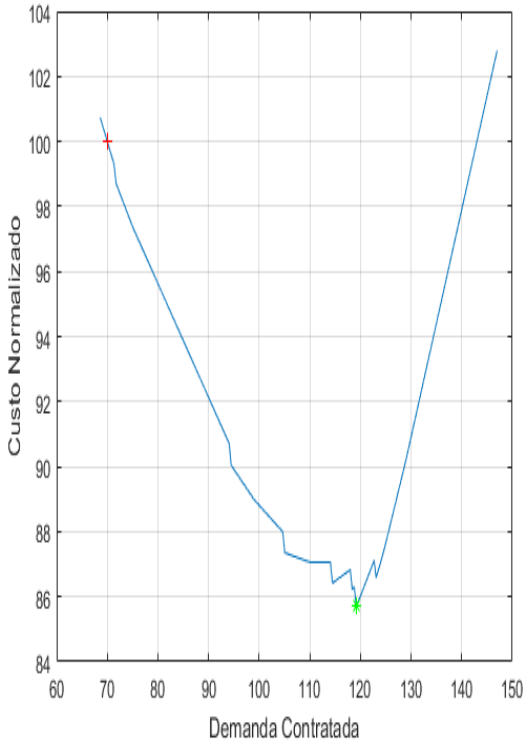
Fonte: Próprio Autor (2022)

Figura b3 - Histórico de Demanda Medida, Demanda Contratada e Demanda Ótima 2020



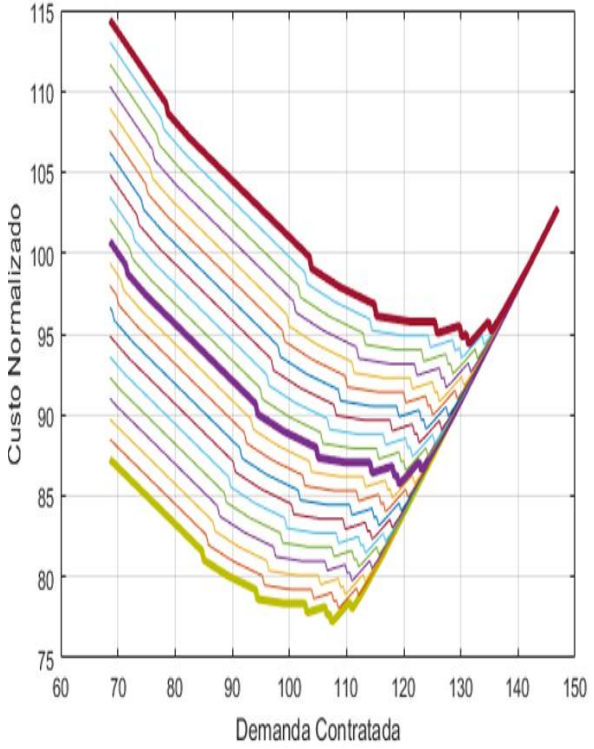
Fonte: Próprio Autor (2022)

Figura b4 - Curva de Estimativa de Demanda Ótima 2021



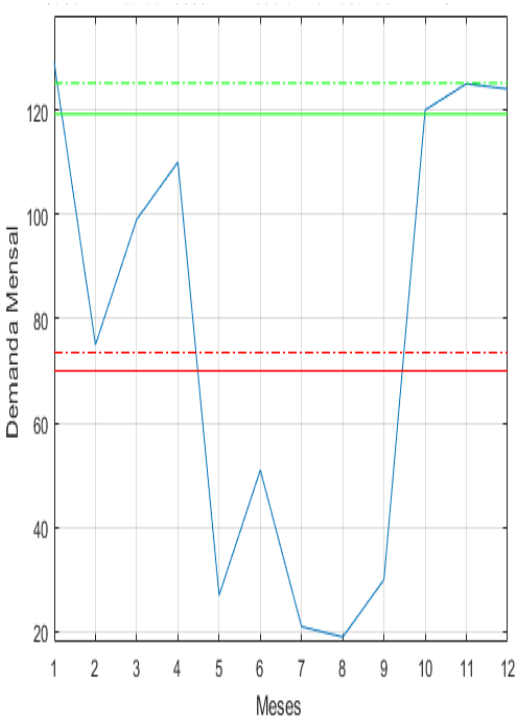
Fonte: Próprio Autor (2022)

Figura b5 - Curva de Estimativa de Demanda Ótima 2021 com variação de -10% a +10% de demanda contratada



Fonte: Próprio Autor (2022)

Figura b6 - Histórico de Demanda Medida, Demanda Contratada e Demanda Ótima 2021



Fonte: Próprio Autor (2022)