

Capítulo I – Gestão Estratégica da Demanda Contratada para Consumidores do Grupo A

Djalma Leite de Oliveira ¹

Fabio Rodrigo Milanez ²

Leonardo Yuji Ishizaki ³

RESUMO

O Paraná possui cerca de 18 mil consumidores de energia elétrica atendidos no grupo A, em média tensão, contratando demanda e pagando consumo de energia elétrica, e aproximadamente 4,5 milhões do grupo B (pagando apenas consumo em kWh). O programa proposto nesse trabalho de conclusão de curso se baseia na criação de uma ferramenta capaz de fornecer um controle dessas grandezas elétricas aos gestores de energia elétrica dessas unidades de modo que utilizem a energia de maneira mais eficiente, evitando gastos desnecessários de modo que ele pague apenas pelo que ele contratou, com pouca margem de variação entre a energia contratada e a energia paga.

Palavras-chave: Cálculo de demanda. Fatura do grupo A. Ajuste. Gestão. Fator de potência.

Strategic Management of Contracted Demand for Group A Consumers

ABSTRACT

Paraná has around 18 thousand electricity consumers served in group A, at medium voltage, contracting demand and paying for electricity consumption, and approximately 4.5 million in group B (paying only for consumption in kWh). The program proposed in this course conclusion work is based on the creation of a tool capable of providing control of these electrical quantities to the electrical energy managers of these units so that they use energy more efficiently, avoiding unnecessary expenses so that they pay only for what he contracted, with little margin for variation between the contracted energy and the paid energy.

Key words: Demand calculation. Group A invoice. Adjustment. Management. Power factor.

¹ Engenheiro Eletricista. UniSenaiPR - Campus Londrina.

² Mestre em Bioenergia. UniSenaiPR - Campus Londrina, fabio.milanez@sistemafiep.org.br

³ Mestre em Engenharia Elétrica. yuji096@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

A energia elétrica é um recurso essencial para o funcionamento da indústria, sendo usada para alimentar máquinas, equipamentos e sistemas, e é essencial para a produção de bens e serviços. No entanto, o consumo de energia elétrica na indústria é um dos principais fatores responsáveis pelo aumento das emissões de gases de efeito estufa. Além disso, a volatilidade dos preços da energia elétrica pode representar um risco financeiro significativo para as indústrias.

Nesse contexto, a gestão de energia elétrica assume uma importância estratégica importante, onde a gestão eficiente da energia elétrica pode contribuir para aumentar a eficiência e a sustentabilidade das indústrias, além de reduzir custos e melhorar a competitividade.

Nesse contexto a proposta de criação de uma ferramenta para essa gestão aparece como uma aliada no gerenciamento energético. Trata-se do GDC (Gestão de Demanda Contratada), um processo que visa otimizar o consumo de energia elétrica de grandes consumidores, ou seja, aqueles que têm consumo de alta tensão, superior a 2,3 kV, conforme REN ANELL nº 1000. Tal acompanhamento se faz importante pois permite que a indústria reduza seus custos com energia elétrica, sem comprometer a sua produção fabril. Isso é possível porque a GDC permite que os consumidores ajustem sua demanda contratada de energia de acordo com suas necessidades reais.

Dentre os principais objetivos da GDC, temos a otimização do uso dos recursos energéticos contratados referentes a energia elétrica junto a concessionária, principalmente para consumidores com alta demanda contratada, bem como a melhoria da eficiência energética, por meio da identificação e implementação de medidas de eficiência. Tudo isso contribui para a sustentabilidade ambiental, por meio da redução do consumo de energia.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A gestão de energia elétrica pode contribuir para a indústria de diversas formas, melhorando a eficiência energética e contribuindo para a sua transição, reduz as emissões de gases do efeito estufa e contribui para a sustentabilidade. Além desses itens destacamos:

2.1 Redução de custos:

A gestão de energia elétrica pode identificar oportunidades de redução de custos, por meio de ações como:

- 2.1.1 Melhoria da eficiência energética de máquinas e equipamentos;
- 2.1.2 Implementação de programas de eficiência energética.

2.2 Melhoria da eficiência:

A gestão de energia elétrica pode ajudar as indústrias a melhorar sua eficiência, por meio de ações como:

- 2.2.1 Monitoramento e controle do consumo de energia;
- 2.2.2 Implementação de sistemas de gestão da energia;
- 2.2.3 Capacitação dos colaboradores.

Com relação ao setor elétrico nacional, o mesmo se inicia em meados de 1889 na Proclamação da República, e continua até os dias atuais, onde nos últimos anos vem passando por mudanças visando o consumidor final, buscando preços competitivos e qualidade de energia (ABRADEE, 2023).

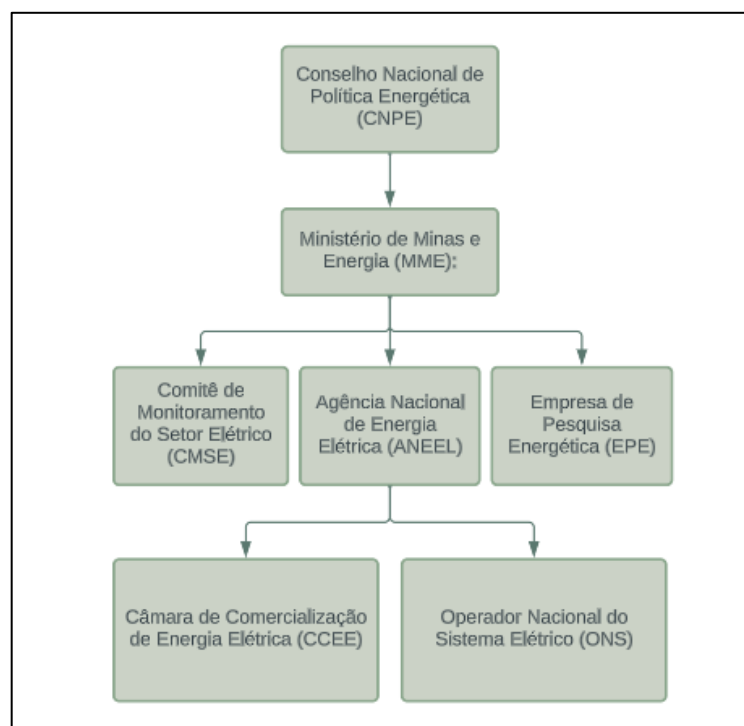
O setor elétrico brasileiro é composto por sete instituições, que realizam a coordenação das políticas públicas para operação do setor elétrico brasileiro.

- Conselho Nacional de Política Energética (CNPE): órgão colegiado responsável por formular a política energética nacional, incluindo a política de energia elétrica;
- Ministério de Minas e Energia (MME): órgão do governo federal responsável pela formulação e execução da política energética nacional, incluindo a política de energia elétrica;
- Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE): órgão colegiado responsável pelo monitoramento do setor elétrico brasileiro, incluindo o acompanhamento do suprimento de energia elétrica e da qualidade do serviço prestado;
- Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL): órgão regulador do setor elétrico brasileiro, responsável por garantir a qualidade, a eficiência e a segurança do fornecimento de energia elétrica;

- Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS): órgão responsável pelo planejamento, operação e controle do Sistema Interligado Nacional (SIN), que é a rede de transmissão de energia elétrica que conecta as regiões do Brasil;
- Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE): órgão responsável pela negociação de energia elétrica no mercado livre de energia, que é o mercado de energia elétrica em que os consumidores podem comprar energia elétrica diretamente dos geradores;
- Empresa de Pesquisa Energética (EPE): órgão responsável pela realização de estudos e pesquisas sobre o setor energético brasileiro, incluindo o setor elétrico;

Essas instituições atuam de forma complementar, com o objetivo de garantir o fornecimento de energia elétrica de qualidade, eficiente e seguro a todos os consumidores brasileiros. Se encontra estruturado conforme Figura 1.

Figura 1 – Estrutura do setor elétrico brasileiro



Fonte: (ANEEL, 2023)

Também temos as regras do setor elétrico nacional, baseadas na REN ANEEL nº 1000/2021. Ela dita todos os procedimentos de relacionamento entre a concessionária de energia e o consumidor final, na qual vamos nos concentrar no consumidor do grupo A, aquele que contrata demanda de energia medida em kW e

paga, além desta, consumo, em kWh. Os principais tópicos da REN ANEEL estão listados abaixo:

- Carga instalada: soma das potências nominais dos equipamentos elétricos instalados na unidade consumidora e em condições de entrar em funcionamento, expressa em kW (quilowatts);
- Carga demanda: média das potências elétricas ativas ou reativas, injetada ou requerida do sistema elétrico de distribuição durante um intervalo de tempo especificado;
- Demanda contratada: demanda de potência ativa a ser obrigatória e continuamente disponibilizada pela distribuidora no ponto de conexão, conforme valor e período de vigência fixados em contrato, em kW (quilowatts);
- Demanda medida: maior demanda de potência ativa injetada ou requerida do sistema elétrico de distribuição pela carga ou geração, verificada por medição e integralizada em intervalos de 15 minutos durante o período de faturamento, em kW (quilowatts);
- Consumo de energia: processo realizado por equipamento que possibilite a quantificação e o registro de grandezas elétricas associadas ao consumo ou geração de energia elétrica e à potência ativa ou reativa, caso aplicável;
- Grupo A (A3a): tensão de conexão maior ou igual a 30 kV e menor ou igual a 44 kV;
- Grupo (A4): tensão de conexão maior ou igual a 2,3 kV e menor ou igual a 25 kV;
- Consumidor: pessoa física ou jurídica que se beneficia ou utiliza, efetiva ou potencialmente, do serviço público;
- Energia elétrica ativa: aquela que pode ser convertida em outra forma de energia, em kWh (quilowatts-hora);
- Energia elétrica reativa: aquela que circula entre os diversos campos elétricos e magnéticos de um sistema de corrente alternada sem produzir trabalho, em kVARh (quilovolt-ampère-reactivo-hora);
- Fator de potência: razão entre a energia elétrica ativa e a raiz quadrada da soma dos quadrados das energias elétricas ativa e reativa, consumidas num mesmo período;

- Posto tarifário: período em horas para aplicação das tarifas de forma diferenciada ao longo do dia;
- Modalidades tarifárias: A modalidade tarifária convencional é caracterizada por uma única tarifa para o consumo de energia, sem segmentação horária no dia.
- HS Azul: A modalidade tarifária horária azul é caracterizada por:
 - I - uma tarifa para a demanda para o posto tarifário ponta;
 - II - uma tarifa para a demanda para o posto tarifário fora de ponta;
 - III - uma tarifa para o consumo de energia elétrica para o posto tarifário ponta; e
 - IV - uma tarifa para o consumo de energia elétrica para o posto tarifário fora de ponta.
- HS Verde: A modalidade tarifária horária verde é caracterizada por:
 - I - uma tarifa para a demanda, sem segmentação horária;
 - II - uma tarifa para o consumo de energia elétrica para o posto tarifário ponta; e
 - III - uma tarifa para o consumo de energia elétrica para o posto tarifário fora de ponta.
- Excedente reativo: a distribuidora deve adicionar aos valores medidos de energia e de demanda, ativas e reativas excedentes;
- Ambiente de contratação regulada: para o consumidor livre e especial cujo atendimento se dê parcialmente em condições reguladas: conforme os valores médios mensais de energia elétrica, expressos em Mwmédios, para toda a vigência contratual, devendo a modulação dos montantes contratados ser realizada segundo o perfil de carga da unidade consumidora
- Contrato de fornecimento de energia: A distribuidora pode prestar os serviços dispostos no caput mediante celebração de contrato específico para tal fim, ficando a pessoa jurídica de direito público responsável pelas despesas decorrentes.

3 METODOLOGIA

Após conhecer os conceitos de energia e relacionamento entre concessionária de energia e o consumidor final, expostos na REN ANEEL nº 1000/2021, vamos nos concentrar na metodologia para o desenvolvimento da aplicação da ferramenta em

um caso real de cliente do grupo A, fazendo uso do aplicativo comparado a um cliente que não dispõe dessa tecnologia.

O aplicativo foi desenvolvido para auxiliar o consumidor final de energia de energia, aquele responsável pela gestão energética, a configurar sua fatura de energia de modo a contratar apenas necessário, sem desperdício.

O “Gestão de Demanda Contratada” é um aplicativo que foi desenvolvido usando a linguagem de programação Free Pascal e a IDE do Lazarus, ambos sendo Open Source. Isso significa que o aplicativo tem liberdade de desenvolvimento e aplicação, sem depender de licenças ou restrições de uso. O objetivo principal do aplicativo é fazer a gestão e acompanhamento da demanda contratada de energia elétrica, que é a quantidade de energia que uma empresa se compromete a consumir por um período determinado.

O aplicativo é fácil de usar e traz benefícios para os empresários, pois mostra as diferenças entre a demanda contratada e a demanda medida, que é a energia efetivamente consumida. Se a demanda medida for muito maior ou muito menor do que a demanda contratada, a empresa pode pagar multas ou desperdiçar recursos.

O aplicativo ajuda a evitar esses problemas, pois indica os valores aceitáveis de demanda, que são no máximo de 5% do valor contratado. O aplicativo também acompanha a data de vencimento do contrato de demanda, evitando que se perca os prazos e garantindo o melhor valor de demanda próximo ao real necessário.

Os valores de leitura das faturas de energia elétrica devem ser digitados no aplicativo para que o mesmo faça o seu trabalho de analisar qual é o ajuste necessário e a melhor opção tarifária para o cliente.

3.1 Desenvolvimento da ferramenta GDC:

O aplicativo para gestão da demanda contratada está estruturado da seguinte forma:

3.1.1 Plataforma

O aplicativo pode ser executado em qualquer plataforma que suporte o Free Pascal e o Lazarus. Isso inclui Windows, Linux, macOS e FreeBSD.

3.1.2 Linguagem de programação:

O aplicativo é desenvolvido usando a linguagem de programação Free Pascal. O Free Pascal é uma linguagem de programação de propósito geral, compilada, orientada a objetos e de alto nível.

3.1.3 IDE:

O aplicativo é desenvolvido usando a IDE do Lazarus. A IDE do Lazarus é um ambiente de desenvolvimento integrado que fornece uma interface gráfica de usuário para escrever, compilar e depurar código Free Pascal.

3.1.4 Bando de dados:

O aplicativo usa o banco de dados SQLite para armazenar os dados. É um banco de dados relacional de código aberto. Ele é implementado como uma biblioteca em linguagem C e permite ser usado em uma ampla variedade de aplicações, incluindo aplicativos de desktop, web e móveis.

3.1.5 Framework de desenvolvimento:

Lazarus Component Library (LCL), essa biblioteca é uma opção natural para desenvolver a interface gráfica do aplicativo, permitindo uma integração direta com o Free Pascal.

3.1.6 Front end da aplicação:

O aplicativo de "Gestão de Demanda Contratada" foi projetado com o objetivo de proporcionar uma experiência de usuário intuitiva e eficiente. A interface gráfica (LCL), que oferece uma ampla variedade de componentes para criar acessos de usuário visualmente atrativas. O menu inicial do aplicativo apresenta uma visão geral da situação atual da demanda contratada, exibindo de forma clara e concisa as informações mais relevantes. Um painel de controle centralizado permite que os usuários acessem rapidamente funcionalidades-chave, como o acompanhamento da demanda medida em comparação com a demanda contratada.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 Sistema de Gestão de Demanda

A seguir apresentamos algumas das principais telas do aplicativo gestão de controle de demanda

4.1.1 Login: a tela inicial para validação de acesso do usuário previamente cadastrado no sistema.

Figura 02 – Tela de login

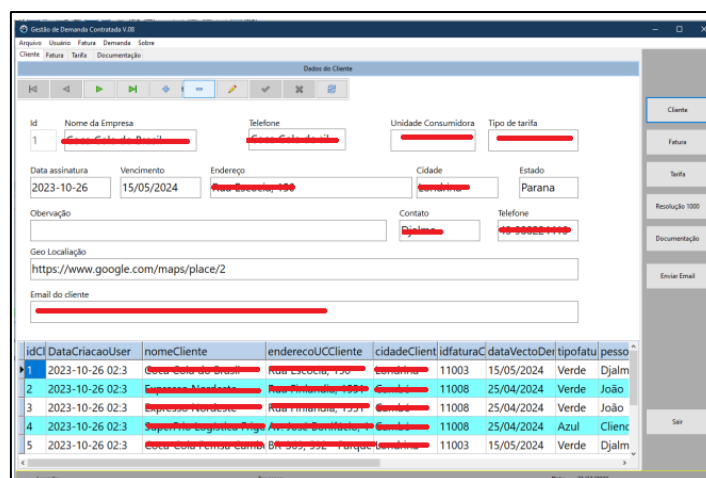


Fonte (Autor)

Somente após passar por esta etapa lhe será conferido acesso ao sistema.

4.1.2 Menu: a tela inicial do sistema, onde constam as principais informações para gestão da demanda, com acesso fácil os detalhes de cada uma destas.

Figura 03 – Tela do Menu Principal



Fonte (Autor)

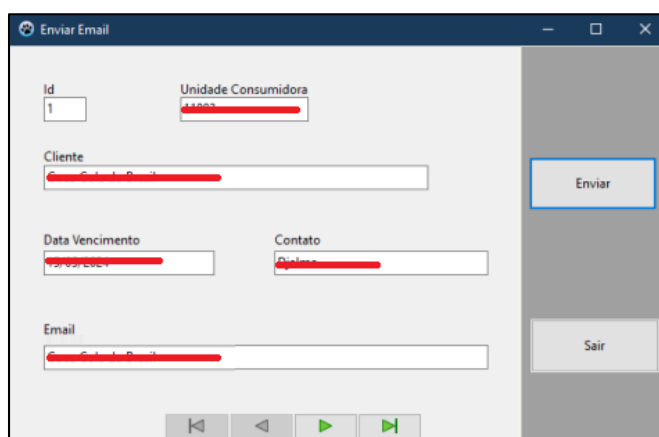
No menu principal, constam as seguintes informações de forma resumida:

- Menu principal;

- Barra de navegação para outros usuários/clientes;
- Funcionário logado no sistema;
- Empresa que está sendo analisada;
- Data atual, que é considerada para efeito de análise;
- Barra de menu lateral na vertical com os botões com as principais funções;

4.1.3 Seção cobrança de vencimento: quando do cadastro do cliente é inserido a data de vencimento do contrato de gestão, esta data é usada para o envio de e-mail, informando sobre o prazo final de vencimento.

Figura 04 – Tela envio de e-mail

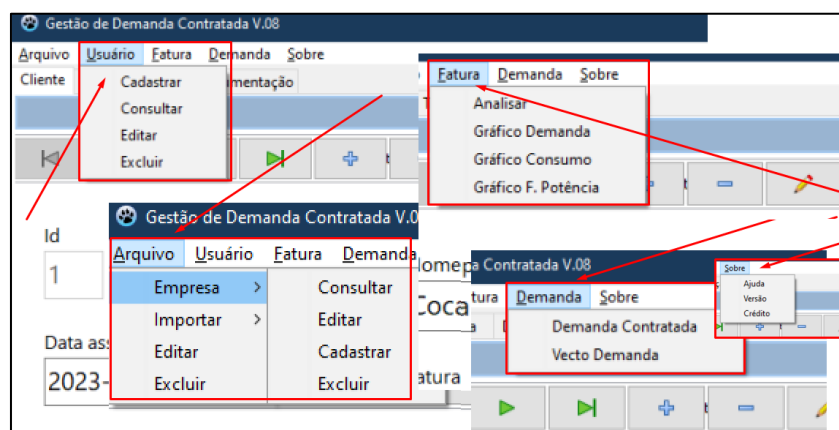


Fonte (Autor)

Na data do vencimento, o sistema envia notificação para os envolvidos cobrando a renovação

4.1.4 Acesso as funcionalidades: para facilitar o acesso, foi disponibilizado a navegação via tela principal

Figura 05 – Tela envio de e-mail

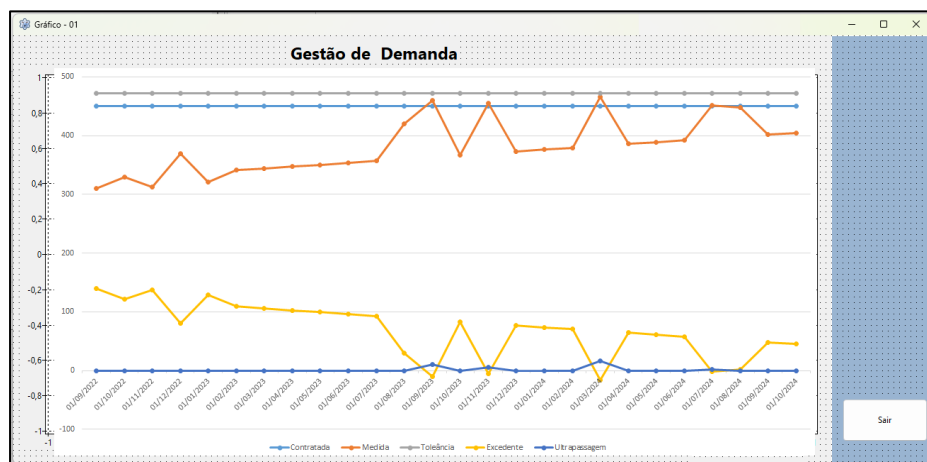


Fonte (Autor)

Com este recurso é possível navegar para qualquer parte do sistema, tornando fácil seu acesso

4.1.5 Gráfico e análise dos dados: para facilitar o acompanhamento dos dados, após é mostrado no gráfico os dados de demanda, fazendo comparação com as demandas: Contratadas, Medida, Tolerância, Excedente de Demanda e Ultrapassagem de demanda.

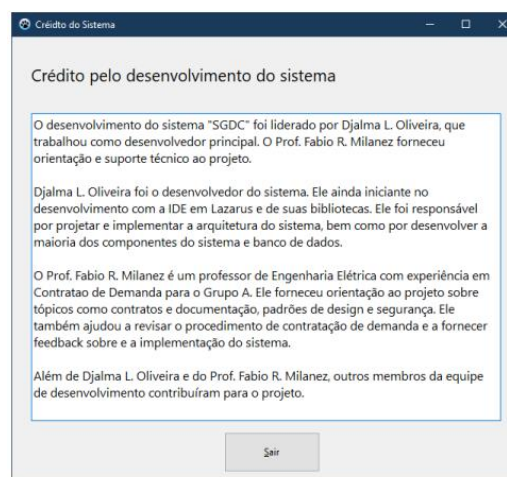
Figura 06 – Gráfico de Gestão de Demanda



Fonte (Autor)

Com estas informações, tornasse visível as correções de demanda quando necessário. Porém apenas com esta informação não seja possível determinar qual a melhor demanda para a indústria dentro do próximo ano.

4.1.6 Créditos: a tela em que mostra os autores do sistema e sua finalidade
Figura 07 - Tela envio de email



Fonte (Autor)

Onde consta informações sobre o desenvolvimento.

4.2 Estudo de caso

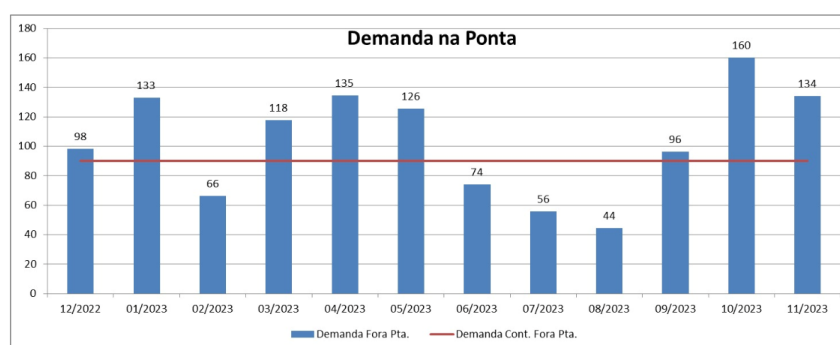
O sistema proposto foi submetido a um teste de eficiência, utilizando um caso real de uma unidade consumidora de energia elétrica. As características dessa unidade são as seguintes: atendimento em alta tensão de 13.800 volts, demanda contratada de 90 Kw, posto tarifário Verde, transformador particular de 150KVA, faturamento no Grupo A4 e proteção geral na entrada da unidade 400 Amperes. Além disso, a unidade possui um transformador de corrente com relação de 400 para 5 Amperes.

4.2.1 Unidade consumidora sem aplicação da ferramenta

Na figura abaixo, é destacada uma discrepância notável ao concentrar-se exclusivamente na análise da demanda contratada em detrimento da demanda medida. Neste gráfico estamos direcionando nossa atenção especificamente para a demanda medida fora de ponta, uma vez que os valores de demanda na ponta parecem alinhados com os requisitos da unidade.

Entretanto, ao examinarmos o gráfico fornecido pelo sistema, torna-se evidente que ajustes são indispensáveis para alcançar uma otimização mais eficaz na gestão de custos.

Figura 08 – Gráfico de demanda



Fonte: o Autor

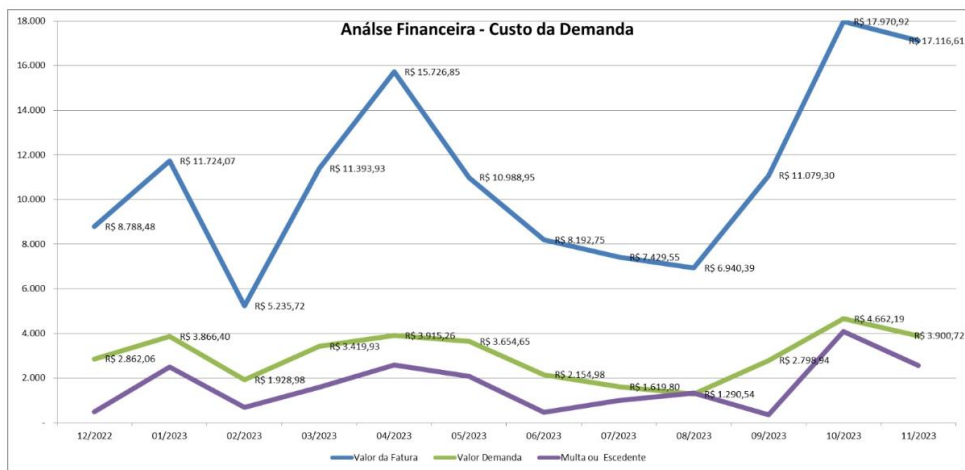
Os números acima são baseados em um ano de medições. Neste caso, eles se concentram na demanda, mas também é possível analisar outros valores.

4.2.2 Unidade consumidora com aplicação a ferramenta

A utilização do sistema permitiu a identificação de informações relevantes, como a necessidade de ajustes na demanda contratada ou a necessidade de otimização do processo fabril, no caso de indústrias. A implementação das medidas cabe ao gestor, que deverá analisar o comportamento dos negócios futuros para tomar as decisões adequadas.

O gráfico a seguir mostra o valor financeiro das faturas de energia elétrica dos últimos 12 meses. Podemos observar que em alguns meses ocorreu o cruzamento entre os valores de demanda contratada e os valores de multa por ultrapassagem de demanda, o que indica uma grande necessidade de gestão desses valores.

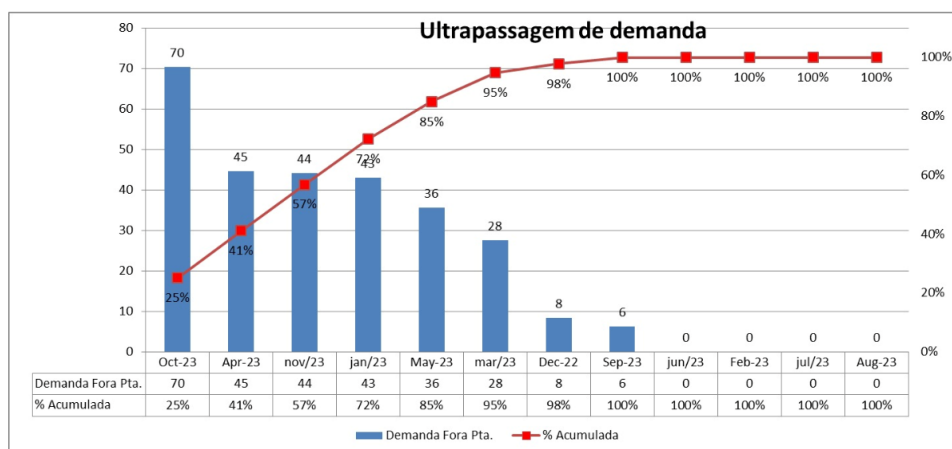
Figura 09 – Gráfico de demanda



Fonte: o Autor

Com a observância destes valores no sistema, a gestão ficará mais eficiente e trará redução do custo de produção.

Figura 10 – Gráfico de demanda

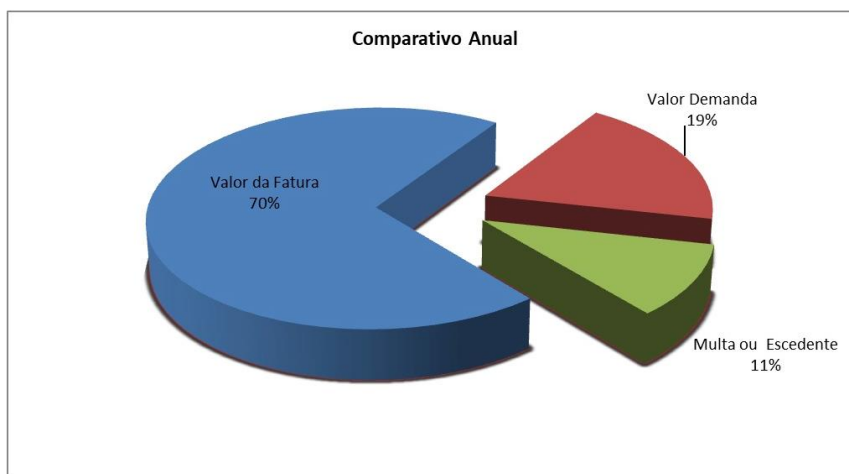


Fonte: o Autor

Veja neste gráfico de pizza como é a relação entre o que se gasta com energia elétrica para produzir e o que se perde com custos de demanda e multas. Esse gráfico mostra que apenas 70% da sua energia elétrica é usada para a produção, e os outros 30% são desperdiçados por falta de gestão.

Isso significa que você poderia economizar muito se você controlasse melhor a sua demanda de energia elétrica e evitasse as multas por ultrapassar o limite contratado. Aqui é onde o sistema propõe a redução e melhoria nos processos.

Figura 11 – Gráfico de demanda



Fonte: o Autor

Ao exibir essa informação por meio do sistema e integrar dados mensais em sua base, torna-se viável monitorar e otimizar de maneira eficaz o consumo de energia elétrica na indústria, buscando a máxima rentabilidade possível.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho atingiu seu objetivo pois o software desenvolvido foi capaz de auxiliar o usuário final de energia elétrica a aprimorar a gestão da demanda contratada das unidades industriais atendidas e faturadas no grupo A, visando fazer o uso correto da energia no sentido de contratar apenas o que necessita, sem desperdícios. Para comprovar sua eficiência foi realizado um estudo de caso real em uma unidade do grupo A, cujas informações foram detalhadas em gráficos, a partir dos quais foi possível concluir que sua eficiência ajustando a fatura do cliente consumidor para um gerenciamento de custos mais exato e eficaz.

Os dados utilizados na análise foram coletados em simulações de ambientes industriais reais, que demonstraram números relevantes, principalmente no que se refere à diminuição de custos. Comprovou-se que 70% da média da conta de energia elétrica de 2022 a 2023 foi empregada na produção eficiente, e o restante foi desperdiçado em custos associados a demanda e multas. Diante dessas conclusões, constatou-se a viabilidade do investimento na aquisição do software, que possa representar uma redução significativa nos custos de produção industrial e, conseqüentemente, um aumento na eficiência do processo produtivo.

Essa análise não só ressalta a relevância dos softwares, mas também evidencia a necessidade de instrumentos estratégicos para otimizar recursos e ampliar a competitividade nos ambientes industriais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Resolução Normativa nº 1.000, de 7 de dezembro de 2021. Regras de Prestação do Serviço Público de Distribuição de Energia Elétrica. Brasília, DF: ANEEL, 2021. Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren20211000.html>. Acesso em: 26 ago. 2023.
- [2] EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. 2023. Disponível em: <https://www.epe.gov.br>. Acesso em: 16 out. 2023.
- [3] COPEL - COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA ELÉTRICA. Tarifas de energia elétrica. Curitiba: Copel, 2023. Disponível em: <https://www.copel.com/site/copel-distribuicao/tarifas-de-energia-eletrica/>. Acesso em: 21 nov. 2023.
- [4] ABRADÉE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DISTRIBUIDORES DE ENERGIA ELÉTRICA. Brasília, DF: Disponível em: <https://www.abradee.org.br/>. Acesso em: 21 nov. 2023.
- [5] MODALIDADES TARIFÁRIAS — Agência Nacional de Energia Elétrica. Brasília, DF: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/tarifas/entenda-a-tarifa/modalidades-tarifarias>. Acesso em: 21 nov. 2023
- [6] BANDEIRA TARIFÁRIA – Serviços e Informações do Brasil. Brasília, DF: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/energia-minerais-e-combustiveis/2022/04/bandeira-verde-na-conta-de-luz-deve-permanecer-ate-o-final-do-ano>. Acesso em: 21 nov. 2023
- [7] RODRIGUES, Eustáquio J. Setor elétrico brasileiro: estrutura, regulamentação e mercado. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2023.
- [8] FONSECA, Luiz C. Mercado de energia elétrica: fundamentos e práticas. Revista de Energia, v. 25, n. 1, p. 5-15, jan./mar. 2022.
- [9] GESTÃO DE ENERGIA. Guia para Aplicação da ABNT NBR ISO 50001. Internacional Copper Association Brazil. <https://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://energif.mec.gov.br>. Acesso em: 27 nov. 2023.