

UNIVERSIDADE SÃO JUDAS TADEU

José Maria Garcia Neto

Paulo Henrique Oliveira Silva

Rodrigo Bonani

Vinícius Lopes de Souza

Estudo de caso voltado à rentabilidade financeira na
implementação de cabine primária em uma instalação comercial.

São Paulo

2022

José Maria Garcia Neto
Paulo Henrique Oliveira Silva
Rodrigo Bonani
Vinícius Lopes de Souza

Estudo de caso voltado à rentabilidade financeira na
implementação de cabine primária em uma instalação comercial.

Monografia apresentada à
Universidade São Judas Tadeu, como
requisito parcial para a obtenção do título
de Engenheiro Eletricista.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Noriega

São Paulo

2022

FICHA DE APROVAÇÃO

Data: _____

Horário: _____

Sala: _____

Título: _____

Nome completo dos alunos	RA
José Maria Garcia Neto	816118584
Paulo Henrique Oliveira Silva	816119998
Rodrigo Bonani	81622766
Vinícius Lopes de Souza	201518340

Observações sobre o trabalho:

Professores da Banca examinadora	Assinatura
Prof. Dr. Carlos Noriega	
Prof. Mestre Nuncio Perrella	

Resultado: _____

RESUMO

Desde quando a energia elétrica foi implantada no dia a dia da sociedade, esta mesma se viu em constante evolução. Com isso podemos perceber que houve inúmeros benefícios para os seres humanos tanto no ponto de vista de conforto doméstico, quanto em seu âmbito industrial, como o aumento na produção e maior oferta de postos de trabalho. Devido a grande utilização da energia a mesma acabou se tornando uma mercadoria, que, por não ter muitas fontes renováveis, está se tornando uma matéria-prima de alto custo tanto para a indústria quanto para o comércio. Por esta razão a energia, principalmente a elétrica, começou a sofrer com normas e tributações o que fez com que o custo da mesma sofresse diversas variações ao longo do tempo. Portanto podemos concluir que o desperdício e a qualidade desta energia pode influenciar diretamente na saúde financeira de uma empresa. Visto isso, realizamos um estudo de caso com o objetivo de analisar o consumo de uma instalação elétrica comercial a fim de encontrarmos irregularidades e ineficiências existentes que não coincidem com uma instalação satisfatória, normas brasileiras ou mesmo com as normas técnicas das fornecedoras de energia, o que acarreta um maior custo por parte da instalação. Com ajuda de instrumentos analisadores de energia e documentos fornecidos pela empresa, o que contribuiu para melhor precisão dos resultados obtidos, foram gerados dados que nos possibilitaram conhecer os parâmetros e características da instalação, tais como distúrbios na rede, variações de tensão, variações de corrente, demanda de potência entre outros. Obtivemos um resultado satisfatório, onde a análise realizada na empresa indicou pontos críticos no gasto da energia fornecida pela concessionária. Ocasionalmente um aumento substancial nos custos das contas de luz e riscos econômicos aos equipamentos da empresa devido variações de tensão na instalação, com isso propusemos uma análise financeira para um investimento na construção de uma cabine primária, a fim de centralizar o fornecimento de energia e dimensionar conforme normas. Apresentando no decorrer deste documento, uma análise aprofundada no consumo, gasto de energia e características da instalação além de fornecer um benefício financeiro, serão mostrados também, benefícios na organização e segurança do local.

Palavras-chave: Análise financeira; Energia; Viabilidade Econômica;

ABSTRACT

Since when the electric energy was implanted in the day to day of the society, it was seen in constant evolution. With this we can see that there were numerous benefits for human beings both from the point of view of domestic comfort and in its industrial scope, such as the increase in production and greater supply of jobs. Due to the great use of energy, it ended up becoming a commodity, which, because it does not have many renewable sources, is becoming a high-cost raw material for both industry and commerce. For this reason, energy, especially electricity, began to suffer from regulations and taxation, which caused its cost to undergo several variations over time. Therefore, we can conclude that the waste and the quality of this energy can directly influence the financial health of a company. In view of this, we carried out a case study with the objective of analyzing the consumption of a commercial electrical installation in order to find irregularities and existing inefficiencies that do not coincide with a satisfactory installation, Brazilian standards or even with the technical standards of energy suppliers, the which incurs a higher cost on the part of the installation. With the help of energy analyzer instruments and documents provided by the company, which contributed to a better accuracy of the results obtained, data were generated that allowed us to know the parameters and characteristics of the installation, such as disturbances in the network, voltage variations, current variations , power demand, etc. We obtained a satisfactory result, where the analysis carried out in the company indicated critical points in the consumption of energy supplied by the concessionaire. Causing a substantial increase in the costs of electricity bills and economic risks to the company's equipment due to voltage variations in the installation, with this we proposed a financial analysis for an investment in the construction of a primary cabin, in order to centralize the energy supply and dimension according to norms. Presenting in the course of this document, an in-depth analysis on consumption, energy consumption and characteristics of the installation, in addition to providing a financial benefit, benefits in the organization and safety of the site will also be shown.

Keywords: Financial analysis; Energy; Economic viability.

1. Introdução

Com o passar dos anos a sociedade ficou cada vez mais dependente do uso da energia elétrica para suas tarefas do dia a dia. Este tipo de energia, comumente utilizada em todas as camadas da sociedade, se tornou um bem precioso e com alto valor comercial. Mesmo com a matriz elétrica brasileira sendo uma das pioneiras em utilizar fontes renováveis na maior parte da sua produção (ANEEL, 2021), o desperdício desta energia é visto de forma negativa. Podendo interferir diretamente no setor financeiro de um empreendimento, por isso é de grande importância a boa gestão da energia elétrica.

Devido a grande dependência da geração hidrelétrica na matriz energética brasileira o nível dos reservatórios são fatores limitantes para a capacidade de geração, pois em épocas de estiagem a geração pode ser severamente impactada, sendo necessário colocar em funcionamento as usinas térmicas movidas a gás natural e carvão mineral, porém essa matriz possui um custo maior de geração, sendo necessário a criação das bandeiras para custear parte dessa geração excedente.

A ANEEL em 04/2013 criou as Bandeiras Tarifárias por meio da Resolução Normativa nº 547/13 de 16 de abril de 2013 e são válidas para todo o Sistema Interligado Nacional (SIN), exceto Roraima. Foi realizada consulta no site do ministério de minas e energia na data 17/05/2022 às 20:00 para verificar os valores vigentes das mesmas. Elas são aplicadas a todos os consumidores cativos e indica variação no valor da energia de acordo com a situação da geração de energia elétrica no país.

Existem três tipos de bandeiras tarifárias, sendo que a bandeira vermelha é segmentada em dois patamares:

Bandeira verde: significa que as condições estão favoráveis para a geração de energia, logo os custos são reduzidos. Não implica em nenhum acréscimo na conta de luz;

Bandeira amarela: representa que as condições de geração da energia estão menos favoráveis, com custo um pouco mais alto. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 1,87 para cada 100 kWh consumido;

Bandeira vermelha – patamar 1: significa que as condições de geração da energia estão com custos mais altos. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 3,97 para cada 100 kWh consumido;

Bandeira vermelha – patamar 2: sinaliza que as condições de geração da energia estão com custos ainda mais altos. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 9,49 para cada 100 kWh consumido.

Segundo o site da Enel Distribuidora São Paulo acessado em 20/03/2022, todo ano, a energia elétrica passa por um reajuste tarifário que é definido e regulamentado pela ANEEL, que incide diretamente na conta de luz. A ANEEL aprovou, no dia 29 de junho de 2021, o reajuste tarifário da Enel Distribuição São Paulo. O reajuste para consumidores:

- Para clientes de baixa tensão, foi de 11,38%,
- De média e alta tensão, em geral indústrias e grandes comércios, foi de 3,67%.

Além das bandeiras tarifárias, o ponto principal na cobrança de energia é determinado de acordo com o grupo e subgrupos no qual a instalação é classificada, existem 2 grupos (Grupos A e B) e 4 subgrupos, cada grupo possui a sua especificidade técnica e diferença nos valores aplicados. É possível realizar a migração de um grupo para outro, sendo necessário observar questões técnicas e financeiras para a migração, porém a migração pode ser muito vantajosa não apenas pelo custo mas também pela questão da confiabilidade de energia.

O estudo sobre a viabilidade financeira para implementação de nova modalidade tarifária análise técnica de demanda contratada para mudança de grupo tem se tornado cada vez mais necessário para a sociedade como um todo.

Realizar esta análise é uma parte importante no contrato entre o consumidor e a distribuidora de energia, pois é possível reavaliar se a empresa permanece com a contratação e tarifação correspondente com o seu consumo, principalmente em um setor em constante expansão como o comercial.

Utilizando de gastos atuais juntamente com projeções futuras para indicar o melhor investimento, de acordo o livro matemática financeira Samanez os métodos geralmente mais usados para verificar a rentabilidade financeira são método de payback juntamente com análise da taxa interna de retorno (TIR), e o valor presente líquido (VPL), mostra com maior precisão e permite uma maior assertividade na elaboração de projetos e na realização de investimentos que por sua vez traz benefícios para o avanço social além de nos fornecer o tempo estimado para aquele investimento ser rentável financeiramente ao empreendimento.

2. Justificativa

Temos como principal objetivo neste trabalho, demonstrar a viabilidade financeira no investimento em adequação em uma instalação elétrica comercial chamada Flex relacionamentos inteligentes, abrangendo, não exclusivamente, estudo de demanda e consumo de potências, bem como a possibilidade de aplicação de normas técnicas referentes ao setor.

O estudo de caso aqui tratado faz referência a melhoria econômica ocasionada pela má aplicação das normas técnicas em instalações comerciais. Foram encontradas discrepâncias no dimensionamento da instalação em questão, onde a mesma conta com 3 entradas de energia caracterizadas como baixa tensão, gerando três contas de energia e, conseqüentemente um desperdício financeiro e energético para o empreendimento.

Esta análise propõe a implantação de uma cabine primária, onde será possível a redução de custos e a adequação às normas brasileiras. A aplicação de um estudo de viabilidade utilizando métodos matemáticos permite a este estudo entregar observações sobre os devidos custos e retornos financeiros a longo prazo.

3. Objetivo Geral

Analisar a viabilidade técnica e financeira de migração de uma instalação elétrica de baixa para média tensão.

3.1.1. Análise Técnica

Análise dos parâmetros elétricos, interpretação de resultados, gráficos, planilhas e relatórios.

3.1.2. Dimensionamento e conformidade com as normas

Através da análise realizada verificar a conformidade com as normas e o correto dimensionamento da instalação.

3.1.3. Viabilidade Financeira

Estudo de viabilidade financeira de acordo com análise de energia, histórico de faturamento e custos de implementação.

4. Revisão bibliográfica

4.1. Consumo de energia no Brasil

Com um aumento em torno de 2% na demanda, conforme dados da EPE (Empresa de Pesquisa Energética), o consumo de energia no Brasil cresceu 5,2% em Dezembro de 2021, se compararmos com o mesmo período do ano anterior. Este crescimento deve-se aos ramos de

tecnologia da informação, serviços prestados à família, transportes e turismo que levou o setor comercial a atingir o maior nível de consumo (500.209 GWh) acumulado em 12 meses.

A eletricidade é, hoje, a fonte de energia mais utilizada dentro do setor comercial. Com uma participação de 92,1% dentro do comércio (BEN, 2021), ela tem sua importância diretamente ligada à sua qualidade e às melhorias empregadas para que se tenha uma utilização correta, evitando desperdícios.

Com um consumo mensal aproximado de 42.875GWh, a região Sudeste do Brasil encabeça a lista de Consumo Comercial por Região, conforme anuário do EPE, tendo 2020 como seu ano base. Este dado nos mostra a dependência encontrada no setor, porém pode nos abrir caminho para uma visão de como essa energia é empregada.

Mesmo com um decréscimo no consumo de energia elétrica de, aproximadamente 2,4% sobre o mesmo período do ano de 2021 dentro do estado de São Paulo, estima-se que o consumo de energia pelo setor comercial apresentou, somente este ano, um aumento na participação entre classes maior que a acumulada até o mesmo período de 2019, apresentando um acréscimo de 1,8% no total.

Número de Consumidores

Discriminação	2019	2020	2021	2022
	(ano fechado)	(ano fechado)	(ano fechado)	(em fevereiro)
Residencial	17.599.507	17.987.340	18.368.986	18.413.897
Industrial	100.872	97.991	95.299	93.006
Comercial	1.130.900	1.125.803	1.133.799	1.146.489
Demais	398.014	403.853	397.504	383.566
Total	19.229.293	19.614.987	19.995.588	20.036.958

Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente

Tabela 01 -Número de consumidores - Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente

Com uma média mensal em torno de 3.408,6 kWh de energia consumida por unidade consumidora apenas no setor comercial, o Estado de São Paulo representa, hoje 13,3% do total de carga instalada dentro de solo nacional, sendo sua maior participação em unidades termelétricas.

4.2. A tarifa de energia

O Brasil ocupa, hoje, a 19ª posição no ranking realizado pela ACEEE (Conselho Americano para uma Economia Eficiente em Energia) entre os países com um uso mais eficiente de energia, vindo de uma melhora com relação aos anos anteriores, esta posição ainda é longe do esperado tendo em vista a tarifa praticada.

A estrutura tarifária brasileira atual oferece várias modalidades de tarifas, as quais, em função das características do consumo de cada empresa, apresentam maiores ou menores vantagens, em termos de redução de despesas com energia. Como não é possível a fixação de regras para a escolha da tarifa, são realizadas análises detalhadas no uso da energia elétrica, bem como seu consumo ao longo do ano e comparação com o quadro tarifário por demanda.

Com uma análise de demanda, hoje é possível uma escolha da tarifa mais conveniente para a unidade consumidora, considerando-se o seu regime de funcionamento, as características do seu processo de trabalho, bem como a oportunidade/possibilidade de se fazer modulação de carga. Contratando uma demanda incorreta podemos encontrar elevações nos custos com energia elétrica.

Tendo como base os dados da ANEEL, o último reajuste tarifário para o setor foi de 9,44% para o ano de 2021, podemos realizar uma comparação com os últimos 4 anos, onde este reajuste sempre se permaneceu positivo, índice para um potencial estudo de investimento na escolha de um projeto focado em economia de energia.

Existem, atualmente, dois tipos de perdas que impactam na tarifa de energia, entre elas estão:

- As perdas técnicas, onde as regras são definidas pelo módulo 7 do Prodist, de forma resumida, trata da divisão do sistema de distribuição entre baixa, média e alta tensão, aplicando-se modelos específicos para cada segmento.
- E as perdas comerciais, que se devem às ocorrências de furtos e fraudes nas instalações elétricas, impactando diretamente no aumento da tarifa também devido ao gasto com equipamentos e materiais para reposição.

Tendo como base o gráfico da ABRADÉE, que nos mostra a estrutura de custos da destinação dos recursos colhidos nas contas de luz, podemos perceber como os encargos e tributos aplicados no Brasil interferem diretamente no valor da tarifa.



Figura 01 – Destinação dos recursos recolhidos nas contas de luz - ABRADÉE

Ainda sobre o gráfico acima, podemos entender melhor o cenário sobre perdas energéticas apresentadas, onde, segundo a ANEEL este valor pode ser equivalente a 15% de toda a energia comprada pelas concessionárias.

4.3. Condições Gerais de Fornecimento Elétrico

As condições de fornecimento de energia elétrica hoje são regidas pela resolução normativa 1000 de 7 de Dezembro de 2021. Essa resolução trata-se de regulamentar fundamentalmente as relações comerciais entre distribuidoras de energia elétrica e concessionárias.

Vale ressaltar um conceito que podemos chamar de "Ponto de Entrega", que seria a fronteira entre a concessionária e o consumidor final.

Todo esse percurso até a entrega, a concessionária é obrigada a fornecer respeitando os padrões estabelecidos pela Aneel.

Com isso, a Aneel definiu um conjunto de tarifas, que se classificam em dois grupos: Grupo tarifário A (Alta e média Tensão) e Grupo tarifário B (Baixa Tensão). No grupo tarifário B as características da instalação são mais simplórias e atende a maior parte dos consumidores. No grupo tarifário A, encontramos instalações mais elaboradas e atende lugares específicos, onde o consumo de energia é maior.

Anualmente a Aneel edita uma resolução específica para cada concessionária, com as tarifas correspondentes.

São estabelecidos tarifas específicas para cada classe de tensão de fornecimento, no caso de alta e média tensão podemos separar como:

Grupo A	
Subgrupo	Tensão de fornecimento (kV)
A1	≥ 230
A2	$88 \leq V \leq 138$
A3	69
A3a	$30 \leq V \leq 44$
A4	$2,3 \leq V \leq 25$
AS	Subterrâneo $\leq 2,3$

Tabela 01 - Grupo A

Para clientes de baixa tensão, lidamos com uma tarifa cujo custo do consumo é função do tipo de consumidor, entendemos que seria o impacto que a instalação ocasiona na rede, considerando as características da carga, para isso podemos separar como:

Grupo B	
Subgrupo	Tensão de fornecimento (kV)
B1 (Residencial)	$\leq 2,3$
B1a(Residencial Baixa Renda)	$\leq 2,4$
B2 (Rural)	$\leq 2,5$
B3 (Outros)	$\leq 2,6$
B4 (Iluminação pública)	$\leq 2,7$

Tabela 02 - Grupo B

5. Metodologia

5.1. Instrumentação

Para o estudo de caso foi necessário realizar a medição de parâmetros elétricos da instalação com o intuito de analisar toda a carga instalada, para que seja possível avaliar a situação existente e então decidir quais medidas serão necessárias.

Para a realização da análise de energia foram utilizados três equipamentos da marca IMS, sendo o modelo: PQ 700 G4. O mesmo foi escolhido devido ao seu custo benefício, pois possui um preço menor em relação aos equipamentos da Fluke e Minipa e com as mesmas especificações e um ótimo suporte técnico.

Cada equipamento é composto por 6 pontas de prova sendo, 3 para leituras de tensão do sistema trifásico, 1 para leitura de tensão no neutro para caso haja desequilíbrio de cargas e presença de tensão no neutro e 2 para a alimentação do equipamento, que pode ser ligada na própria fonte a ser analisada ou outra. Para a leitura de corrente é utilizado um conjunto com 3 transformadores de corrente tipo toroidais que utilizam o princípio da Bobina de Rogowski que servem para fazer a transformação para níveis menores (0 a 5A).

As ponteiros de tensão são ligados em paralelo com a carga e os TC 's são ligados em série com a carga (Ligação Estrela). Os mesmos foram instalados a montante do conjunto de proteção geral da instalação, dessa forma toda a potência consumida será registrada.

Forma de Ligação e instalação do analisador

Estrela a 4 fios

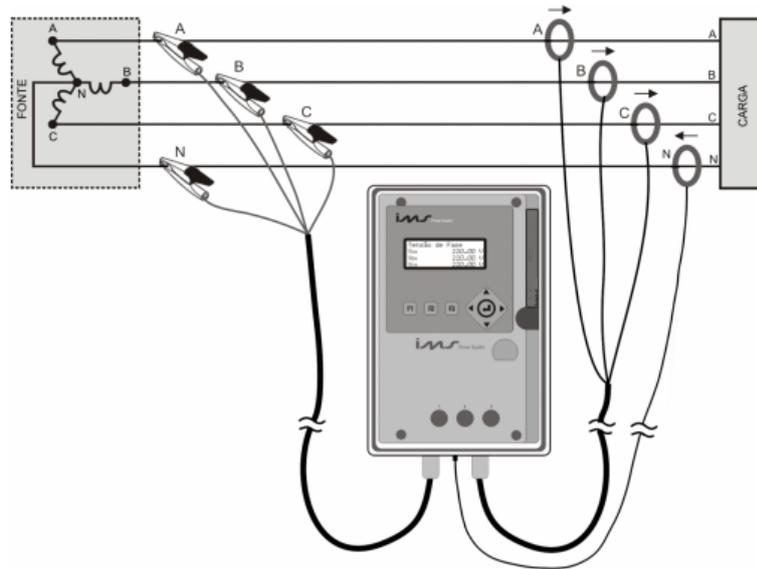


Figura 02 - Manual de instalação e operação PowerManager PQ 600 e PQ 700

O esquema de ligação do equipamento foi adotado em estrela a 4 fios, pode-se utilizar também o esquema de ligação em delta porém existe o condutor neutro, sendo possível avaliar de forma mais precisa as cargas monofásicas e o balanceamento das mesmas.

Para a instalação do equipamento são necessários alguns procedimentos para garantir a instalação correta e segura, sendo:

- Avaliar e definir o local a ser instalado:

O primeiro ponto a ser verificado é qual a necessidade da instalação do equipamento, caso seja para avaliação de uma carga específica, deve-se instalar o equipamento mais próximo dessa carga, caso seja para verificar a instalação por completo deve-se instalar no ponto principal da carga, nesse caso na entrada de energia ou no quadro geral de baixa tensão.

- Verificar qual o nível de tensão e tipo de ligação onde o equipamento será instalado:

Deve-se através de um multímetro verificar qual o nível de tensão e qual tipo de ligação está presente no local para a correta ligação e configuração do equipamento, pois o equipamento possui um limite de 300 Vca para a sua alimentação e caso seja uma instalação que utiliza o 440 Vca ou 760 Vca, outras medidas deverão ser tomadas como, a instalação de transformador de potencial auxiliar.

- Desligar a energia ou não:

Deve-se verificar se é possível desligar a energia para a instalação do equipamento de forma segura, caso não possa todas as medidas de segurança devem ser tomadas e ser executada por um profissional habilitado.

- Fazer o uso correto dos EPI's:

É necessário fazer o uso correto dos EPI 's para evitar acidentes.

- Verificar o funcionamento:

Ao instalar o equipamento deve-se verificar se o mesmo encontra-se medindo e registrando de forma correta, o mesmo informará caso algo de errado aconteça.

- Monitorar os registros periodicamente:

Se possível verificar se o equipamento encontra-se medindo e registrando corretamente.

- Definir o tempo a ser registrado:

É necessário definir o tempo que o equipamento ficará medindo e nesse caso irá variar de acordo com a intensidade de ocorrência de um determinado evento e da necessidade de uma maior confiabilidade dos dados, já que o consumo e as cargas funcionam de forma variada em relação aos dias, semanas, meses e estações do ano. Por exemplo, uma máquina de ar condicionado, que é muito relevante no consumo de uma instalação, pode variar nos dias quentes e frios, devendo-se levar em consideração essas variações.

- Ao retirar o equipamento:

Os cuidados devem ser os mesmos realizados na sua instalação, diferenciando-se apenas ao manusear o equipamento em escolher a opção de parar registro.

Após realizar a instalação e programação do equipamento, é realizado o início da gravação dos parâmetros elétricos. O equipamento deverá permanecer registrando os dados por um período suficiente para a amostragem completa do ciclo de consumo, uma semana seria o mínimo aceitável, porém o mesmo permaneceu por 15 dias sendo possível uma amostragem mais confiável da carga.

As medições realizadas seguem as instruções e determinações da ANEEL, presentes no capítulo 9 módulo 8 do Prodist que se refere a INSTRUMENTAÇÃO E METODOLOGIA DE MEDIÇÃO.

O item 9.1.6 do módulo 8 determina que o conjunto de leituras para gerar os indicadores deve compreender o registro de 1008 leituras válidas obtidas em intervalos de 10 minutos cada.

No nosso caso foram realizadas 2437 leituras na entrada 01, 2305 leituras na entrada 02 e 2301 leituras na entrada 03.

Para a instalação dos equipamentos foram utilizados os devidos equipamentos de proteção individual sendo:

- capacete de segurança;
- botas de borracha;
- luva isolante classe 00;
- óculos de proteção;
- protetor facial.

5.2. Software computacional utilizado

Para a análise dos dados registrados no equipamento foi utilizado o software PowerMANAGER desktop PRO, desenvolvido pela IMS, com a finalidade de organizar os dados, gerar gráficos, tabelas e relatórios de acordo com as especificações do prodist, tornando mais fácil a análise e interpretação dos dados.

5.3. Contas de energia

Foi solicitado para empresa Flex o histórico de medições e faturamentos das contas de energia das entradas 01 02 e 03 no período de 03/2020 a 03/2021 realizado pela concessionária Enel. Analisaremos os valores mensais e demanda de cada conta de energia para realizar se a migração do grupo de tarifação é viável.



Dados do Cliente/Unidade Consumidora		Dados da Conta		Histórico de Faturamento			
Nº DA INSTALAÇÃO 110254244	Nº DO CLIENTE 24232142	VENCIMENTO 31 MAI 2021	TOTAL A PAGAR (R\$) 20.444,11	Mês/Ano	kWh Dias		
CPF/CNPJ: 10.851.805/0015-06	INSC. EST:	CONTA REFERENTE A ABR 2021		abr/21	22592 29		
FLEX CONTACT CENTER ATENDIMENTO A CLIENT		Dados de Medição		mar/21	112430 30		
R BOA ESPERANCA 447 A		Nº do medidor	12162916	fev/21	100 31		
CEP: 03408-000 - SAO PAULO/SP		Leitura anterior 22 MAR	79.784.700	jan/21	100 30		
		Leitura atual 20 ABR	82.608.700	dez/20	100 32		
		Próxima leitura 21 MAI		nov/20	100 29		
		Fator multiplicador	0,00800	out/20	25977 30		
		Consumo do mês (kWh)	22.592,0	set/20	25908 31		
		Número de dias	29	ago/20	25857 30		
				jul/20	20494 32		
				jun/20	4251 31		
				mai/20	27994 30		
				abr/20	27970 31		
Classificação da Unidade Consumidora		Reservado ao Fisco DF97.CCSF.C6F5.7859.DADÉ.B0C.3.8023.256C					
Grupo B	Subgrupo B3	Classe	COMÉRCIO, SERV.E OUTRAS ATIV.				
Subclasse		COMERCIAL					
Tipo de fornecimento Trifásico		Modalidade Tarifária Convencional					
		Data de emissão	Nº Nota fiscal	Série	Base de cálculo	Aliquota	ICMS
		20 ABR 2021	308552077	B	15.663,96	18%	2.819,50
		CFOP 5253: Venda de en. elétrica p/ estabelecimento comercial					

Figura 03 - Entrada 01



Dados do Cliente/Unidade Consumidora		Dados da Conta		Histórico de Faturamento				
Nº DA INSTALAÇÃO 200005485	Nº DO CLIENTE 24232142	VENCIMENTO 31 MAI 2021	TOTAL A PAGAR (R\$) 46.544,92	Mês/Ano	kWh Dias			
CPF/CNPJ: 10.851.805/0015-06	INSC. EST:	CONTA REFERENTE A ABR 2021		abr/21	67087 29			
FLEX CONTACT CENTER ATENDIMENTO A CLIENT		Dados de Medição		mar/21	74882 30			
R BOA ESPERANCA 447		Nº do medidor	13403676	fev/21	82178 31			
CEP: 03408-000 - SAO PAULO/SP		Leitura anterior 22 MAR	32.420.500	jan/21	66778 30			
		Leitura atual 20 ABR	35.215.800	dez/20	75578 32			
		Próxima leitura 21 MAI		nov/20	64488 29			
		Fator multiplicador	0,02400	out/20	68448 30			
		Consumo do mês (kWh)	67.087,2	set/20	60266 31			
		Número de dias	29	ago/20	58981 30			
				jul/20	57985 32			
				jun/20	36425 31			
				mai/20	65387 30			
				abr/20	65143 31			
Classificação da Unidade Consumidora		Reservado ao Fisco 24DC.8833.8738.4E13.1138.56C.3.608E.3727						
Grupo B	Subgrupo B3	Classe	COMERCIO, SERV.E OUTRAS ATIV.					
Subclasse COMERCIAL								
Tipo de fornecimento Bifásico		Modalidade Tarifária Convencional						
		Data de emissão	Nº Nota fiscal	Série	Base de cálculo	Alíquota	ICMS	
		22 ABR 2021	308943173	B	46.514,45	18%	8.372,58	
		CFOP 5253: Venda de en. elétrica p/ estabelecimento comercial						

Figura 04 - Entrada 02



Dados do Cliente/Unidade Consumidora		Dados da Conta		Histórico de Faturamento				
Nº DA INSTALAÇÃO BTE0016244	Nº DO CLIENTE 24232142	VENCIMENTO 31 MAI 2021	TOTAL A PAGAR (R\$) 7.350,13	Mês/Ano	kWh Dias			
CPF/CNPJ: 10.851.805/0015-06	INSC. EST:	CONTA REFERENTE A ABR 2021		abr/21	10417 31			
FLEX CONTACT CENTER ATENDIMENTO A CLIENT		Dados de Medição		mar/21	11178 28			
R BOA ESPERANCA 447 B		Nº do medidor	9859107	fev/21	10310 30			
CEP: 03408-000 - SAO PAULO/SP		Leitura anterior	22 MAR 79.784.700	jan/21	10580 31			
		Leitura atual	20 ABR 82.608.700	dez/20	9238 32			
		Próxima leitura	21 MAI	nov/20	9615 29			
		Fator multiplicador	0,00800	out/20	7796 30			
		Consumo do mês (kWh)	10.416,8	set/20	8184 33			
		Número de dias	31	ago/20	6994 30			
		Reservado ao Fisco A120.0384.180B.602A.4D30.3A1C.B5BF.AD60		jul/20	7094 30			
Classificação da Unidade Consumidora		Data de emissão	Nº Nota fiscal	Série	Base de cálculo	Aliquota	ICMS	
Grupo B	Subgrupo B3	Classe COMÉRCIO, SERV.E OUTRAS ATIV.	09 MAR 2021	296912876	B	7.309,62	18%	1.315,72
Subclasse COMERCIAL		CFOP 5253: Venda de en. elétrica p/ estabelecimento comercial						
Tipo de fornecimento Trifásico		Modalidade Tarifária Convencional						

Figura 05 - Entrada 03

5.4. Análise técnica cabine primária

Para o dimensionamento e seleção dos componentes da cabine primária utilizamos as seguintes nomenclaturas normativas, para os parâmetros de proteção bem como disjuntor, relé, chave seccionadora, ABNT NBR 14039/2021 (Instalações Elétricas de Média Tensão 1,0 Kv a 36,2 Kv), método de instalação e dimensionamento de condutores e aterramento NBR 5410/2008 (Instalações Elétricas de Baixa Tensão), quanto a proteção de descarga atmosférica NBR 5419/15 (Proteção Contra Descarga Atmosférica) para cálculo do transformador será verificado pela NBR 5356/2007 (Transformadores de Potência). Quanto aos materiais elétricos utilizados será consultado os fabricantes Schneider Electric, Siemens e ABB.

5.5. Métodos matemáticos aplicados

Apresentaremos os métodos geralmente usados de acordo com o Sebrae para medir a viabilidade e rentabilidade econômica para a empresa Flex. Destacamos principalmente a técnica de cálculo, o valor presente líquido (VPL), a taxa de retorno (TIR) e o payback.

- **Método do valor líquido presente (VPL)**

O método do valor presente líquido (VPL) tem por finalidade calcular, em termos de valor presente, o impacto dos eventos futuros associados a uma alternativa de investimento, ou seja, ele mede o valor presente dos fluxos de caixa gerados pelo projeto ao longo de sua vida útil.

$$VPL = -I + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+k)^t}$$

$VPL = > 0$ Projeto economicamente viável

$FC_t =$ Fluxo de Caixa

$I =$ Investimento Inicial

$t =$ Período

$k =$ Custo do Capital

Σ

= Somatório, indica que deve ser realizada a soma da data 1 até a data n dos fluxos

- **Método da taxa interna de retorno (TIR)**

Tem como objetivo definir a taxa de retorno de um investimento para um projeto sendo atrativo para a empresa, esta análise mostra os resultados em forma de percentual e leva às considerações as projeções financeiras do futuro para indicar a provável renda atual.

$$VPL = -I + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1 + TIR)^t}$$

se $TIR > k \rightarrow$ projeto economicamente viável

VPL = valor presente líquido

FCt = Fluxo de Caixa

I = Investimento Inicial

t = Período

k = Custo do Capital

Σ

= Somatório, indica que deve ser realizada a soma da data 1 até a data n dos fluxos

- **Método *payback***

É o parâmetro que a empresa ou investidor leva o tempo de recuperação do investimento ou capital. O indicador utilizado *pay-back* usa-se em conjunto com outros analisadores financeiros por exemplo VPL OU TIR.

$$I = \sum_{t=1}^T \frac{FC_t}{(1 + K)^t}$$

I = Investimento Inicial

FCt = Fluxo de Caixa

I = Investimento Inicial

t = Período

$$k = \text{Custo do Capital}$$

Σ

= Somatório, indica que deve ser realizada a soma da data 1 até a data n dos fluxos

6. Resultados e Discussão

6.1. Análise dos dados gerados

Após o registro dos parâmetros elétricos de cada entrada e conhecer quanto cada uma fornece de energia para a instalação, foi possível a realização dos estudos a seguir.

Constatamos que as entradas de energia estão sobrecarregadas, implicando em outros problemas como quedas de tensão, distúrbios de tensão e flutuação de tensão. Os relatórios gerados com o auxílio do PowerManagement permitem a visualização.

Através do relatório de conformidade de tensão em regime permanente da entrada 02 que foi gerado, podemos verificar que de acordo com o Prodinst módulo 8 da Aneel, para a tensão Uab houve 17 registros considerados precários, 139 registros precários para a tensão Ubc e 8 registros precários para a tensão Uca. Com um total 6,03% de DRP (Duração Relativa da Transgressão de Tensão Precária), que indicam que há valores de tensão abaixo do que se considera adequado.

RELATÓRIO DE CONFORMIDADE DE TENSÃO EM REGIME PERMANENTE

Identificação		Tabela de registros					
		Classe [%]	Centro [V]	Uab	Ubc	Uca	
Nome da área	Flex 2	<-20	176,00	0	0	0	
Equipamento	PowerNET PQ-700 G4 (standard) 154502	-19	178,20	0	0	0	
Período	02/10/2021 11:30:00 à 18/10/2021 11:40:00	-18	180,40	0	0	0	
Intervalo de registros[s]	600	-17	182,60	0	0	0	
Registros válidos	2305	-16	184,80	0	0	0	
Tensão de referência [V]	220,00	-15	187,00	0	0	0	
Limite de tensão adequada		-14	189,20	0	0	0	
Mínimo [V]	Máximo [V]	-13	191,40	0	0	0	
202,40	231,00	-12	193,60	0	0	0	
		-11	195,80	0	0	0	
Registros por faixa	Indicadores	-10	198,00	0	0	0	
Linha	Adequado Precário Crítico	Valor [%]	Limite [%]	-9	200,20	0	0
Uab	2288 17 0	DRP 6,03	3,00	-8	202,40	0	0
Ubc	2166 139 0	DRC 0,00	0,50	-7	204,60	0	0
Uca	2297 8 0			-6	206,80	0	0
Compensação [%]	9,09	-5	209,00	0	0	0	
Mínimos		-4	211,20	0	0	0	
Linha	Valor [V]	Data	Hora	-3	213,40	0	0
Uab	220,90	15/10/2021	14:10:00.0150000	-2	215,60	0	0
Ubc	222,81	15/10/2021	14:10:00.0150000	-1	217,80	0	0
Uca	220,97	15/10/2021	13:30:00.1800000	0	220,00	5	3
Máximos		1	222,20	93	7	91	
Linha	Valor [V]	Data	Hora	2	224,40	385	163
Uab	231,97	08/10/2021	21:30:00.0810000	3	226,60	942	717
Ubc	232,32	18/10/2021	01:10:00.1760000	4	228,80	719	984
Uca	231,57	08/10/2021	17:10:00.0550000	5	231,00	161	431
Glossário		6	233,20	0	3	0	
DRP - índice de duração relativa da transgressão para tensão precária, em percentual		7	235,40	0	0	0	
DRC - índice de duração relativa da transgressão para tensão crítica, em percentual		8	237,60	0	0	0	
Compensação - índice de compensação por transgressão dos níveis de tensão adequados, não leva em conta o valor de encargo de uso do sistema de distribuição		9	239,80	0	0	0	
		10	242,00	0	0	0	
		11	244,20	0	0	0	
		12	246,40	0	0	0	
		13	248,60	0	0	0	
		14	250,80	0	0	0	
		15	253,00	0	0	0	
		16	255,20	0	0	0	
		17	257,40	0	0	0	
		18	259,60	0	0	0	
		19	261,80	0	0	0	
		>20	264,00	0	0	0	

Distribuição de registros

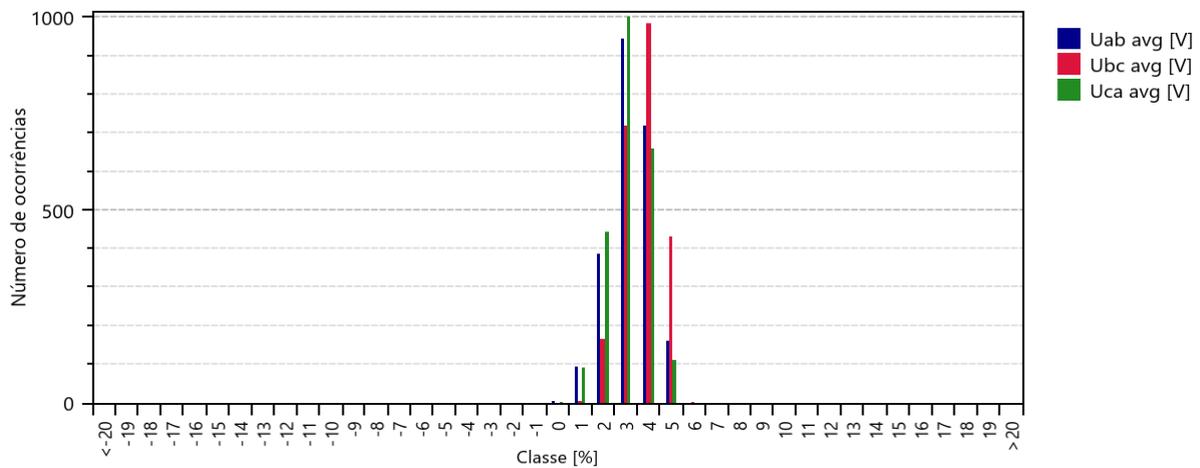


Figura 06 - Relatório de Conformidade de Tensão em Regime Permanente

De acordo com a Aneel, a definição de flutuação de tensão se trata de um fenômeno caracterizado pela variação aleatória, repetitiva ou esporádica do valor eficaz ou de pico de tensão instantânea.

Em resumo, se trata da variação de tensão de curta ou longa duração que causam o efeito visual de cintilação ou Flicker. Tais fenômenos podem causar dificuldades para leitura, incômodo visual, dor de cabeça, cansaço visual, estresse mental e perda de concentração.

As quedas de tensão são ocasionadas devido a sobrecarga do transformador da concessionária e dos cabos de baixa tensão que alimentam o local, pois as perdas Joule e do núcleo são proporcionais à corrente que circula no circuito.

Os distúrbios de tensão, conhecidos também como VTCD (variações de tensão de curta duração), que podem ser sub ou sobretensões, afundamentos (SAG) ou elevações de tensão (SWELL), que são variações no valor eficaz da tensão medidos em porcentagem ou pu, classificadas como instantâneas (0,5 a 30 ciclos), momentâneas (30 ciclos a 3s) ou temporárias (3s a 60s).

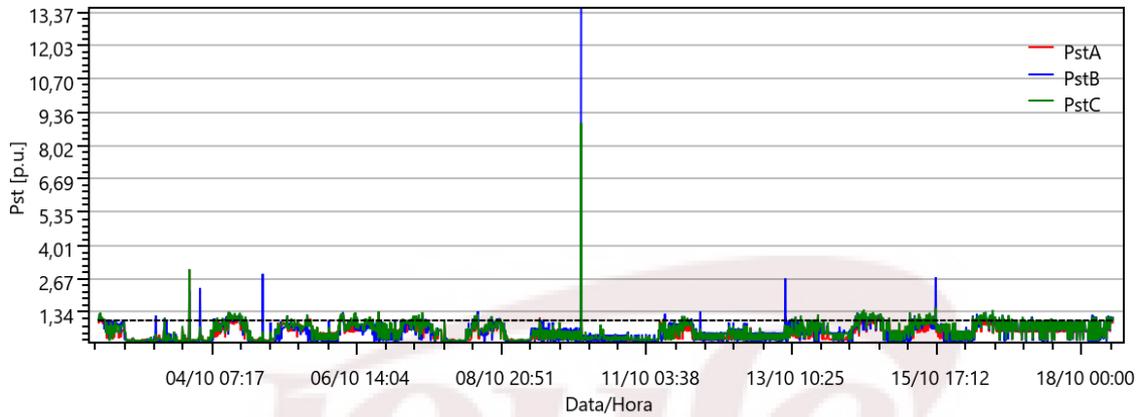
As flutuações de tensão são variações aleatórias, repetitivas ou intermitentes alterando o valor eficaz da tensão, conhecida também como cintilação ou efeito Flicker, que é a variação luminosa de lâmpadas, ocasionados devido a impedância dos condutores que também varia de acordo com a corrente que circula.

Tais distúrbios, flutuações e quedas podem ser minimizados caso seja implementada uma única instalação de maior porte, dimensionada corretamente para atender toda a carga instalada, contribuindo não só para uma energia de melhor qualidade como retirando a sobrecarga da rede de distribuição que afeta diretamente também outros consumidores que estão conectados nessa linha, gerando uma reação em cadeia.

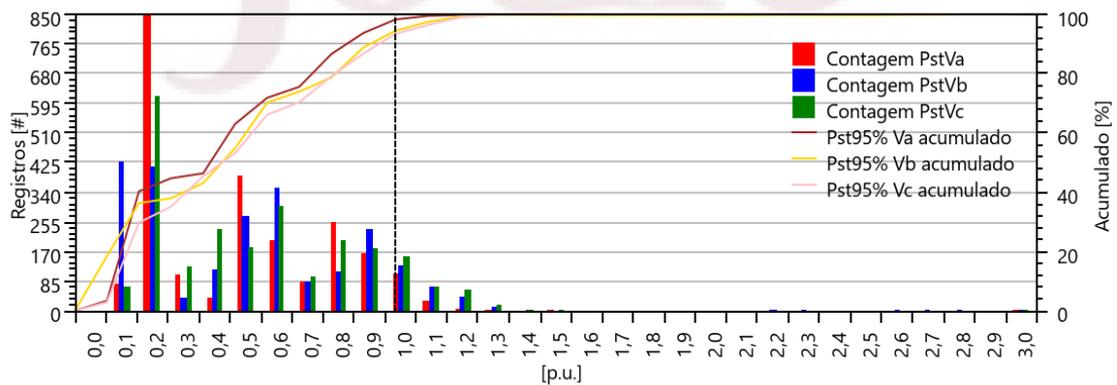
Através do relatório de flutuação de tensão da entrada 03 que foi gerado, podemos verificar que de acordo com o Prodinst módulo 8 da Aneel, houveram variações acima do limite, que é de 1 pu, tendo registrado 1,02 pu para a fase A, 1,13 pu para a fase B e 1,15 pu para a fase C.

Identificação		Indicadores				
Nome da área	Flex 3	Va [p.u.]	Vb [p.u.]	Vc [p.u.]	Limite [p.u.]	
Equipamento	PowerNET PQ-600 G4 (standard) 128293	Pst95%	1,02	1,13	1,15	1,00
Período	02/10/2021 12:20:00 até 18/10/2021 11:50:00	Plt *	0,94	1,04	1,01	---
TShort [s]	10 minutos	* Apresenta a última média registrada para Plt de cada fase				
TLong [s]	2 horas					
Registros válidos 2301						

Tendência de Pst



Distribuição acumulada Pst95%



Glossário

A flutuação de tensão é um fenômeno caracterizado pela variação aleatória, repetitiva ou esporádica do valor eficaz ou de pico da tensão instantânea.

Pst - Severidade de curta duração

Plt - Severidade de longa duração

Pst95% - fornece a indicação da severidade do efeito visual da cintilação (flicker) de curta duração, através de uma avaliação estatística dos níveis instantâneos de cintilação, expresso por unidade do nível de percepção.

Figura 07 - Relatório de Flutuação de Tensão

As quedas de tensão são ocasionadas devido a sobrecarga do transformador da concessionária e dos cabos de baixa tensão que alimentam o local, pois as perdas Joule e do núcleo são proporcionais à corrente que circula no circuito.

Os distúrbios de tensão, conhecidos também como VTCD (variações de tensão de curta duração), que podem ser sub ou sobretensões, afundamentos (SAG) ou elevações de tensão (SWELL), que são variações no valor eficaz da tensão medidos em porcentagem ou pu, classificadas como instantâneas (0,5 a 30 ciclos), momentâneas (30 ciclos a 3s) ou temporárias (3s a 60s).

As flutuações de tensão são variações aleatórias, repetitivas ou intermitentes alterando o valor eficaz da tensão, conhecida também como cintilação ou efeito Flicker, que é a variação luminosa de lâmpadas, ocasionados devido a impedância dos condutores que também varia de acordo com a corrente que circula.

Tais distúrbios, flutuações e quedas podem ser minimizados caso seja implementada uma única instalação de maior porte, dimensionada corretamente para atender toda a carga instalada, contribuindo não só para uma energia de melhor qualidade como retirando a sobrecarga da rede de distribuição que afeta diretamente também outros consumidores que estão conectados nessa linha , gerando uma reação em cadeia.

Na sequência será apresentado o gráfico de potência ativa que foi registrado para a entrada 01.

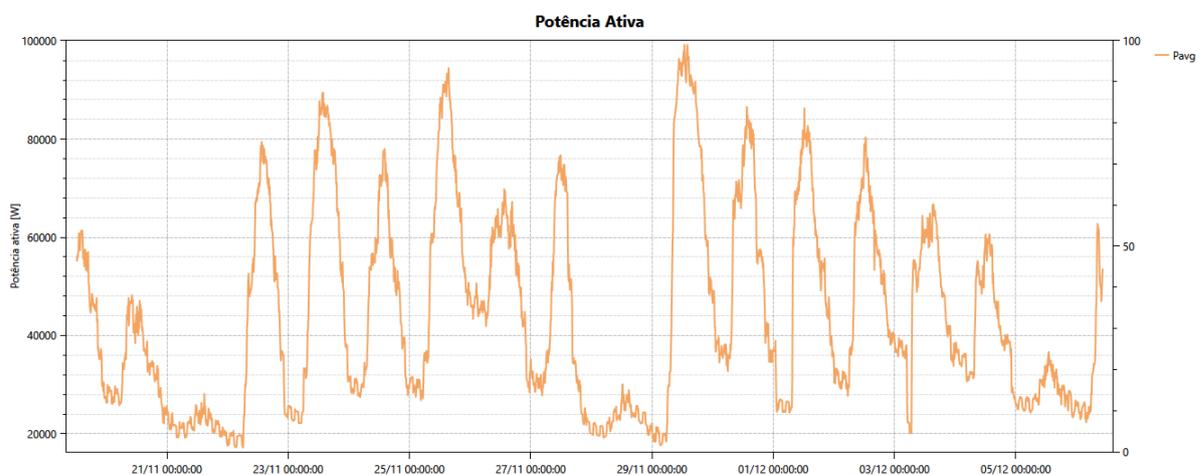


Figura 08 - Gráfico de potência ativa entrada 01

De acordo com o gráfico acima a maior potência registrada no período foi de 99,253 kW, estando acima do limite de 75 kW para este nível de tensão, conforme Resolução Normativa Aneel nº 1000, de 7 de Dezembro de 2021, seção II, art. 23 par I a.

Na sequência será apresentado o gráfico de potência ativa que foi registrado para a entrada 02.

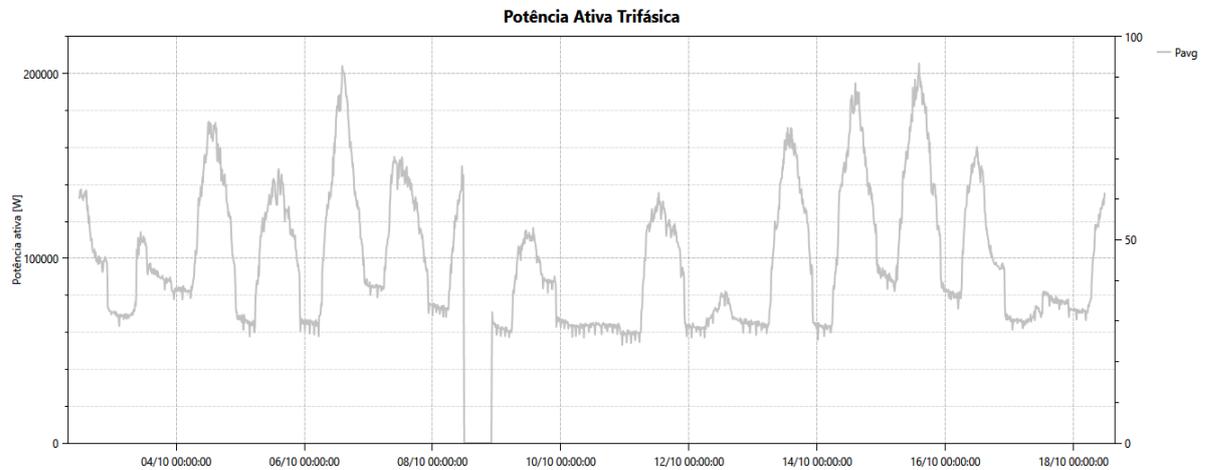


Figura 09 - Gráfico de potência ativa entrada 02

De acordo com o gráfico acima a maior potência registrada no período foi de 205,570 kW, estando acima do limite de 75 kW para este nível de tensão, conforme Resolução Normativa Aneel nº 1000, de 7 de Dezembro de 2021, seção II, art. 23 par I a.

Na sequência será apresentado o gráfico de potência ativa que foi registrado para a entrada 03.

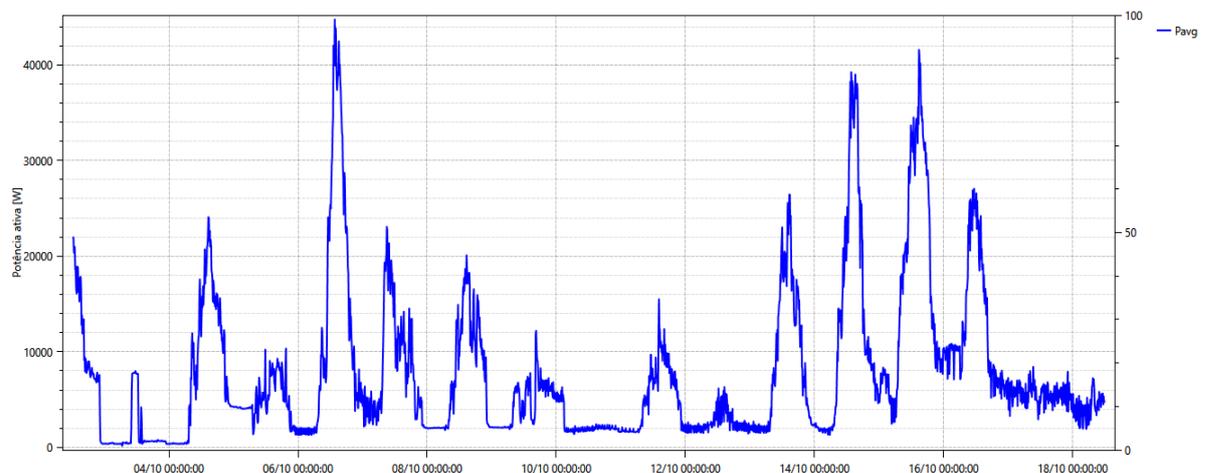


Figura 10 - Gráfico de potência ativa entrada 10

De acordo com o gráfico acima a maior potência registrada no período foi de 44,751 kW, que apesar de não ultrapassar o limite de 75 kW, pode ter sua carga somada com as anteriores, obtendo uma carga total instalada de limite superior ao informado anteriormente.

Os registros mostram um alto consumo de energia e uma demanda incompatível com o fornecimento em baixa tensão. Podemos observar que somente a potência ativa trifásica da entrada 02 chegou a 205,57 kW, estando em desacordo com a resolução normativa nº 1000/2021 seção II Art. 23 parágrafo I item a, já que ultrapassam o valor máximo de 75 kW.

Dessa forma, as três entradas de energia de baixa tensão (220V), poderiam ser substituídas integralmente por apenas uma entrada em média tensão, onde os custos de energia elétrica que são gastos diretamente com a concessionária poderiam ser reduzidos uma vez que as tarifas incluídas nessa categoria são menores, visto que os custos de transformação da energia para o nível de utilização são de responsabilidade do cliente, onde este ficará responsável também pela manutenção desse sistema que compreende o recebimento em 13,8 kV, a proteção e transformação, porém ainda sim se trata de uma situação favorável financeiramente.

Para o recebimento de energia em tensão primária a instalação deve estar preparada para tal e seguir os padrões que são diferentes de uma instalação de baixa tensão, como por exemplo, destinar um espaço físico mínimo que irá comportar os equipamentos. O espaço é dividido em partes, chamado de cubículos, onde cada cubículo tem uma finalidade própria. Os cubículos são:

- Cubículo de entrada;
- Cubículo de medição;
- Cubículo de proteção;
- Cubículo de transformação.

A energia recebida irá trafegar por estes cubículos até a saída do transformador e em seguida irá para os quadros de distribuição conforme a situação existente.

Sendo assim, a unidade consumidora deverá ser alimentada em tensão primária, que no caso da ENEL SP é em 13,8 KV, com isso a necessidade de instalação de uma cabine ou subestação primária por parte do cliente.

Com o fornecimento em tensão primária, a instalação migrará do grupo B1 (residencial) para o grupo A4 (tensão de fornecimento de 2,3 kV a 25 kV), com isso os valores tarifários

também são alterados podendo obter ganhos financeiros com menores custos de TE e TUSD (tarifa de energia e tarifa do uso do sistema de distribuição).

Enquanto o kWh em baixa tensão é de 0,30711 (TUSD) + 0,28738 (TE), em média tensão (tensão primária) é de 0,07993 (TUSD) + 0,2736 (TE fora de ponta) + 0,43887 (TE ponta), além de cobrança para demanda contratada, porém ainda sim é mais vantajoso o recebimento em tensão primária.

Horário de ponta (P): composto por três horas consecutivas definidas pela concessionária de acordo com as características do seu sistema elétrico, situada no intervalo compreendido diariamente entre 17 horas e 22 horas.

Horário fora de ponta (FP): composto pelas 21 horas diárias complementares ao horário de ponta. Sábados e domingos são considerados horários fora de ponta.

É possível implementar uma carga de maior porte através de uma cabine primária, que ao invés de receber a energia em baixa tensão (tensão secundária), obtém energia em média tensão (tensão primária). Dessa forma o padrão de entrada deve mudar segundo as especificações da concessionária de energia.

6.2. Modalidade de tarifação

Será realizado abaixo as análises para a adequação da contração da demanda entre baixa e média tensão junto a concessionária de energia no consumo ponta e fora ponta, através do histórico anual do faturamento das contas de energias para que seja possível obter um melhor custo benefício para empresa Flex, e a migração do grupo B1 (residencial) para o grupo A4 (tensão primária).

Abaixo seguem as tabelas comparativas dos faturamentos mensais das contas de energia entre baixa e média tensão, retiradas a partir da previsão da utilização da mesma carga, aplicando o regime apresentado no momento das medições *in loco*:

ENTRADA 01 Carga 103 Kva				
Dias	Mês Ano	Kwh	Baixa Tensão	Média Tensão
29	abr/21	22592	R\$ 15 674 89	R\$ 14 207 79

Tabela 03 - Tabela Comparativa dos faturamentos mensais entrada 01

ENTRADA 02 Carga 209 Kva				
Dias	Mês Ano	Kwh	Baixa Tensão	Média Tensão
29	abr/21	67087	R\$ 46.544,92	R\$ 39.213,53
30	mar/21	74882	R\$ 51.952,70	R\$ 43.263,38
31	fev/21	82178	R\$ 57.014,62	R\$ 47.053,97
30	jan/21	66778	R\$ 46.330,19	R\$ 39.052,99
32	dez/20	75578	R\$ 52.435,58	R\$ 43.624,98
29	nov/20	64488	R\$ 44.741,40	R\$ 37.863,23
30	out/20	68448	R\$ 47.488,83	R\$ 39.920,63
31	set/2///0	60266	R\$ 41.812,20	R\$ 35.669,72
30	ago/20	58981	R\$ 40.920,68	R\$ 35.002,10
32	jul/20	57985	R\$ 40.229,66	R\$ 34.484,63
31	jun/20	36425	R\$ 25.271,46	R\$ 23.283,26
30	mai/20	65387	R\$ 45.365,12	R\$ 38.330,30
31	abr/20	65143	R\$ 45.195,84	R\$ 38.203,53
Total			R\$ 585.303,20	R\$ 494.966,25
Diferença R\$ entre baixa e média			R\$ 90.336,95	

Tabela 04 - Tabela Comparativa dos faturamentos mensais entrada 02

ENTRADA 03 Carga 53 Kva				
Dias	Mês Ano	Kwh	Baixa Tensão	Média Tensão
29	abr/21	10417	R\$ 7.350,13	R\$ 6.657,48
30	mar/21	11178	R\$ 7.755,23	R\$ 6.949,07
31	fev/21	10310	R\$ 7.153,02	R\$ 6.498,11
30	jan/21	10580	R\$ 7.340,34	R\$ 6.638,38

Tabela 05 - Tabela Comparativa dos faturamentos mensais entrada 03

Sendo assim, conforme analisado acima, a diferença do faturamento anual entre baixa e média tensão ficou com um desconto total de R\$ 121.233,31 (cento e vinte um mil reais e duzentos e trinta e três reais e trinta e um centavos) apresentando resultado favorável a migração do recebimento de energia do grupo B1 (residencial) para o grupo A4 (tensão primária), onde poderá haver uma melhoria na qualidade de fornecimento e menores custos com energia elétrica, além de trazer mais confiabilidade e segurança para a instalação, uma vez que, sendo necessário desligar toda a unidade consumidora, será necessário a realização de apenas uma manobra, evitando riscos de haver tensões de retorno indesejadas.

A adesão do consumidor ao grupo A4 (tensão primária) junto a concessionária ficou a seu critério, bem como o dimensionamento e instalação de uma nova subestação abrigada dentro das suas dependências, logo abaixo será apresentada a análise da viabilidade financeira para a construção de uma nova subestação.

6.3. Dimensionamento da cabine primária

O dimensionamento da cabine primária será realizado a partir dos dados de tensão, corrente média e potências obtidas na medição, além de incluir uma folga devido a redução de 30% no efetivo devido a pandemia e também deve estar prevista uma folga para a ampliação da carga instalada, para que não seja necessário grandes mudanças e despende de mais recursos.

A estimativa de vida útil da cabine primária e seus equipamentos é de longa duração, acima de 20 anos, segundo especificações dos próprios fabricantes, sendo necessário apenas a realização de manutenções preventivas que consistem em:

- Inspeção visual dos componentes;
- Limpeza geral;
- Reaperto das conexões e fixações;
- Ensaios específicos para cada componente.

O dimensionamento realizado prevê uma carga aparente total instalada de 600 kVA, para isso foram escolhidos os equipamentos que suportem tal capacidade, o dimensionamento detalhado da instalação e de cada equipamento estão descritos na tabela abaixo.

Item	Descrição	Qtd	Unidade	Material	Mão de Obra	Preço Total
1	Chaves seccionadoras sob carga c/ fusíveis HH- 400A	1	Peça	R\$ 920	R\$ 400	R\$ 1320
2	fusíveis HH – 75A	3	Peça	R\$ 1190	R\$ 560	R\$ 1750
3	Transformador a seco 750kVA	1	Peça	R\$ 79000	R\$ 15000	R\$ 94000
4	Transformador de Potencial 13200/220 1000VA	3	Peça	R\$ 3800	R\$ 1500	R\$ 5300
5	Transformador de Corrente 500/5 A	3	Peça	R\$ 3500	R\$ 1500	R\$ 5000
6	Disjuntor a vácuo automatizado 15kv Schneider com comando remoto	1	Peça	R\$ 31000	R\$ 8000	R\$ 39000
7	Cubículo blindado (entrada, medição e proteção) Gazquez	1	Peça	R\$ 18000	R\$ 7500	R\$ 25500
8	Cabo 8,7/15 kV XLPE 90º induscabos	60	Metro	R\$ 4050	R\$ 2300	R\$ 6350
9	mufas interna/externa 3M	8	Peça	R\$ 1650	R\$ 1200	R\$ 2850
10	Para-raios 15 kV Balestro	3	Peça	R\$ 480	R\$ 350	R\$ 830
11	Quadro de baixa tensão – Dj Geral BT 2000A	1	Peça	R\$ 56000	R\$ 16000	R\$ 72000
12	Cabo 240mm² HEPR 90º - SIL	120	Metro	R\$ 26000	R\$ 10000	R\$ 36000
13	Relé de proteção primaria e secundaria – Pextron 14039T	1	Peça	R\$ 11500	R\$ 3500	R\$ 15000
14	CABO DE COBRE NU, ENCORDOAMENTO CLASSE 2A, 7 FIOS, TÊMPREA DURA, NBR 6524- 1x1/C#50mm REF: Prysmian	30	Metro	R\$ 1450	R\$ 750	R\$ 2200
15	Infraestrutura (Eletrocalha, Porca, Parafusos, Perfilado, Aruela, Cantoneira, Terminal olhal, Conectores.)	10	Metro	R\$ 450	R\$ 350	R\$ 800
16	Atividade civil geral	1	Peça	R\$ 7500	R\$ 7500	R\$ 15000
Total				R\$ 246.490,00	R\$ 76.410,00	R\$ 322.900,00

Tabela 06 - Relação de orçamento para cabine primária

6.4. Análise financeira e de viabilidade

Após realizar o dimensionamento da nova subestação e a mudança de tarifação do grupo B1 (residencial) para o grupo A4 (tensão primária) será verificada a viabilidade econômica para um investimento nessa adequação, utilizando os métodos matemáticos descritos anteriormente (VPL, TIR, PAYBACK).

Para o investimento adotaremos o orçamento da nova subestação estimado conforme calculado no valor de R\$ 322.900,00. Para o lucro será considerado a migração de modalidade tarifação grupo A4 média tensão no valor anual de R\$ 121.233,31. Considerando o custo capital de 15% ao ano, o tempo estimado de 5 anos com fluxo de caixa.

Método do valor líquido presente (VPL)

Valor presente líquido (VPL) do projeto de investimento pode ser definido como uma soma algébrica dos respectivos montantes de fluxo de caixa descontado. Em outras palavras, é a diferença do valor presente das receitas menos o valor atual de custo. Assim, temos :

$$VPL = -I + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+k)^t}$$

$$I = R\$ 322.900,00$$

$$FC_t = R\$ 121.233,31$$

$$k = 15\%$$

$$\Sigma = \text{Somatório}$$

$$VPL = -322.900,00 + \frac{121.233,31}{(1,15)^1} + \frac{121.233,31}{(1,15)^2} + \frac{121.233,31}{(1,15)^3} + \frac{121.233,31}{(1,15)^4} + \frac{121.233,31}{(1,15)^5}$$

$$VPL = -322.900,00 + 105.420,27 + 91.669,80 + 79.712,87 + 69.315,54 + 60.274,38$$

$$VPL = R\$ 83.492,86$$

Onde, utilizamos o valor de I como sendo o investimento necessário a partir do dimensionamento da cabine primária, aplicando um custo capital (rendimento anual previsto) de 15% temos um valor positivo de R\$83.492,86.

Com o Valor Presente Líquido se afirmando positivo, é possível assumir um indicativo de que o investimento é viável financeiramente e encontrar o valor descrito acima como uma proteção adicional aplicada no projeto, respeitando o prazo de retorno de 5 anos.

Método da taxa interna de retorno (TIR)

A aplicação do método TIR leva em consideração a taxa de retorno do investimento, onde o mesmo tem como principal finalidade apresentar uma taxa de rendimento total a partir do período estudado, sendo essa intrínseca para o projeto.

Temos o critério de decisão em relação ao investimento como sendo:

$$TIR^* > k = \text{projeto economicamente viável}$$

Onde a apresentação do TIR se deve em porcentagem, assim como o valor do custo capital (k), que foi apresentado como 15% a.a.

$$TIR = -I + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1 + TIR^*)^t}$$

$$I = R\$ 322.900,00$$

$$FC_t = R\$ 121.233,31$$

$$t = 5 \text{ anos}$$

$$\Sigma = \text{Somatório}$$

$$TIR = \text{Taxa de retorno}$$

$$k = 15\%$$

$$0 = -322.900,00 + \frac{121.233,31}{(1 + TIR^*)^1} + \frac{121.233,31}{(1 + TIR^*)^2} + \frac{121.233,31}{(1 + TIR^*)^3} + \frac{121.233,31}{(1 + TIR^*)^4} + \frac{121.233,31}{(1 + TIR^*)^5}$$

$$TIR = 25,47\%$$

Com o cálculo, a Taxa Interna de Retorno, aplicado para o projeto, foi de 25,47%, nos levando à aceitação do critério descrito acima e excedendo o custo capital.

Método do *payback*

A aplicação do método de *payback* consiste em entender o quanto tempo o valor presente dos fluxos de caixa previstos se iguala ao investimento inicial, utilizando como incógnita o “t”, sendo este, expresso em anos.

$$I = \sum_{t=1}^T \frac{FC_t}{(1 + K)^t}$$

$$I = R\$ 322.900,00$$

$$FC_t = R\$ 121.233,31$$

$$\Sigma = \text{Somatório}$$

$$k = 15\%$$

$$322.900,00 = \frac{121.233,31}{(1,15)^1} + \frac{121.233,31}{(1,15)^2} + \frac{121.233,31}{(1,15)^3} + \frac{121.233,31}{(1,15)^4}$$

$$T = 346.118,48$$

Conforme encontramos a solução da incógnita, por somatória dos fluxos de caixa, temos que, a partir do ano 4, após realizado o investimento, o rendimento se sobrepõe ao gasto inicial, aplicando um ganho total de R\$346.118,48.

7. Conclusão

Devido ao alto consumo de energia pela sociedade e falta de recursos hídricos e o aumento das contas de energia, o estudo de caso contribuiu para uma melhor performance e desempenho financeiro e ambiental em nosso país.

Através da análise realizada nas instalações da empresa em questão, foi verificado que a mesma não apresenta conformidade técnica nem mesmo segurança ou organização para seus funcionários.

Com o estudo de caso *in loco* foi possível a ratificação da disparidade técnica através de uma análise de carga, utilizando analisadores de energia, contas de luz e software computacional, onde, após esta análise, verificamos que a empresa apresenta consumo elevado para o grupo tarifário em que se encontra, nos levando a administrar uma medida para solução deste problema.

Aplicando métodos matemáticos e financeiros para o investimento, nosso estudo de caso retornou uma viabilidade positiva para a construção de uma cabine primária nas dependências do objeto de estudo. Tendo como base a migração do grupo tarifário, conseguimos realizar uma projeção de gastos utilizando as contas de luz onde, após o período de 4 anos em que o investimento se tornaria viável.

Levando em consideração o estudo realizado, bem como as normas, métodos e processos utilizados, esta migração tem como grande ponto positivo a solução energética através do levantamento de cargas, dimensionamento de uma cabine primária para uma instalação defasada e aplicação de métodos matemáticos para a projeção de ganhos do investimento.

O estudo se torna viável e de grande interesse econômico pois, após um período de adaptação, a empresa estudada seria beneficiada com uma instalação dentro das normas

técnicas, com potencial para crescimento energético além de uma economia significativa, levando em conta os gastos tarifários vigentes no Brasil.

8. Anexos

I. Manual PowerNET PQ-700 G4

Item	Especificação
Modelo	PowerNET PQ-700 G4
Frequência nominal	50 ou 60 Hz
Amostragem	10.240 Hz @ 50 e 60 Hz
	170,67 amostras por ciclo @ 60 Hz
	204,8 amostras por ciclo @ 50 Hz
	16 bits com conversão simultânea de todos os canais
	Contínua (<i>Gapless</i>)
Classificação IEC 61000-4-30 Ed. 3.0 2015-02	Classe S
Linguagem do display	Português, Espanhol e Inglês
Software supervisorio	PowerMANAGER desktop PRO
Impedância das entradas de tensão	2MO
Conexão à rede elétrica	Monofásico, Bifásico, Bifásico + Neutro, Estrela, Delta 3 fios, Delta 4 fios
Tensão máxima de alimentação	300 Vca Fase-Neutro em Estrela / Fase-Fase em Delta
Categoria de medida	CAT II / 600 Vrms
Proteção interna	Sobre-corrente, fusível de vidro 1 A / 250 V
Cálculo dos valores médios	Média aritmética
Cálculo da soma de potências	Vetorial (padrão) ou Aritmético

Tabela 07 - Especificação analisador de energia PowerNet PQ-700G4

II. Carga total medida

Carga Total				
Fases	Pot. Aparente (kVA)	Pot. Ativa (kW)	Pot. Reativa (kVAr)	FP
A	124,649	121,424	28,171	0,974
B	125,144	119,553	36,987	0,955
C	116,494	112,092	31,723	0,962
Total	366,287			

Tabela 08 - Carga de potência total da instalação

III. Transformador

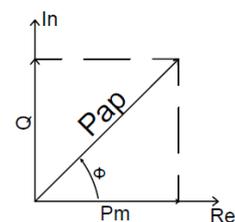
		Potência (KVA)
Total Medido e Calculado		366
Folga Pandemia	30,0%	476
Ampliação	25,0%	600
Transformador Adotado		750

Tabela 09 - Tabela Dimensionamento do transformador

9. Memorial de cálculos

Potência Complexa

Sendo uma impedância:



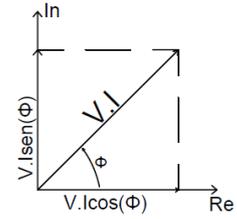
$$\dot{Z} = Z \angle \phi$$

Submetido a uma “tensão complexa”

$$\dot{V} = V \angle \alpha$$

Obtemos uma “corrente complexa”

$$\dot{I} = I \angle \alpha - \phi$$



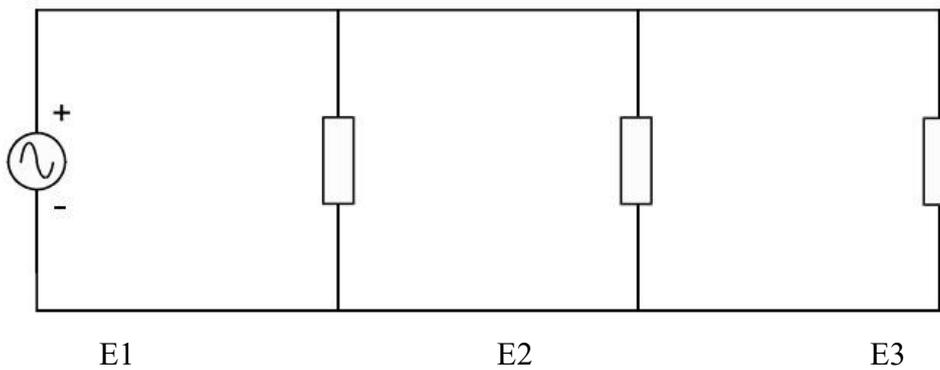
$$\dot{I} = I \angle \alpha - \phi$$

$$\dot{V} = V \angle \alpha$$

$$\dot{Z} = |Z| \angle \phi$$

Já para a potência complexa:

$$\dot{P} = \dot{V} \cdot \dot{I}^*$$



$$\sum P_{ma} = 33,226 + 73,702 + 14,496 = 121,424 \text{ kW}$$

$$\sum P_{mb} = 31,954 + 63,411 + 24,188 = 119,553 \text{ kW}$$

$$\sum P_{mc} = 34,708 + 69,422 + 7,962 = 112,092 \text{ kW}$$

$$\sum Q_a = 9,929 + 15,065 + 3,177 = 28,171 \text{ kVAR}$$

$$\sum Q_b = 8,586 + 15,310 + 13,091 = 36,987 \text{ kVAR}$$

$$\sum Q_c = 7,607 + 10,418 + 13,698 = 31,723 \text{ kVAR}$$

$$P_{aPTA} = \sqrt{\sum P_{ma}^2 + \sum Q_a^2}$$

$$P_{aPTA} = \sqrt{121,424^2 + 28,171^2} = 124,650 \text{ kVA}$$

$$P_{aPTB} = \sqrt{\sum P_{mb}^2 + \sum Q_b^2}$$

$$P_{aPTB} = \sqrt{119,553^2 + 36,987^2} = 125,145 \text{ kVA}$$

$$P_{aPTC} = \sqrt{\sum P_{mc}^2 + \sum Q_c^2}$$

$$P_{aPTC} = \sqrt{112,092^2 + 31,723^2} = 116,500 \text{ kVA}$$

$$P_{aPT3\phi} = P_{aPTA} + P_{aPTB} + P_{aPTC}$$

$$P_{aPT3\phi} = 124,650 + 125,145 + 116,500$$

$$P_{aPT3\phi} = 366,287$$

$$F_{PA} = \cos \cos \left(\arctg \left(\frac{Q_a}{P_{ma}} \right) \right) = \cos \cos \left(\arctg \left(\frac{28,171}{121,424} \right) \right) = 0,974$$

$$F_{PB} = \cos \cos \left(\arctg \left(\frac{Q_b}{P_{mb}} \right) \right) = \cos \cos \left(\arctg \left(\frac{36,987}{119,553} \right) \right) = 0,955$$

$$F_{PC} = \cos \cos \left(\arctg \left(\frac{Qc}{Pmc} \right) \right) = \cos \cos \left(\arctg \left(\frac{31,723}{112,092} \right) \right) = 0,962$$

10. Referências

EPE. **Balço Energético Nacional**. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-601/topico-596/BEN2021.pdf>>. Acesso em 10 abr. 2022.

Acende Brasil. **O panorama da eficiência energética no Brasil**. Disponível em: <<https://acendebrasil.com.br/imprensa/o-panorama-da-eficiencia-energetica-no-brasil/>>. Acesso em 16 ago. 2021.

RESOLUÇÃO NORMATIVA ANEEL Nº 931, de 27 de abril de 2021 - DOU - Imprensa Nacional, Disponível em <<https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-normativa-aneel-n-931-de-27-de-abril-de-2021-318808373>>

Ministério de Minas e Energia. **Medição, Faturamento e combate a perdas comerciais (MF)**. Disponível em: <<https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/pesquisa-e-desenvolvimento/temas-para-investimentos/mf>>. Acesso em 20 mar 2022.

Viana, A. N. C.; Bortoni, Edson da Costa.; Nogueira, F. J. H.; Haddad, J.; Nogueira, L. A. H.; Venturini, O. J.; Yamachita, R. A.; **Eficiência Energética: Fundamentos e Aplicações**. 1a. Edição. Elektro Universidade Federal de Itajubá Excen Fupai Campinas, 2012. Disponível em: <https://www.voltimum.com.br/sites/www.voltimum.com.br/files/pdflibrary/01_livro_eficiencia_energetica.pdf> Acesso em: 16 mar 2022.

Samanez, C. Patricio; **Matemática Financeira**. 5ª Edição. Pearson Education do Brasil, 2010.

Borelli, R. Ferreira de Barros, R. L. G. B.; **Eficiência Energética: Técnicas de aproveitamento, gestão de recursos e fundamentos**. 1ª Edição. Editora Érica, 2015.

11. Apêndice

11.1. Bobina de Rogowski

Bobina de Rogowski é um dispositivo eletrônico para medição de corrente elétrica, nomeado com o nome de Walter Rogowski. Em formato toróide, é um enrolamento uniformemente distribuído em um núcleo de material não magnético.

A bobina de Rogowski tem a importante propriedade de medir o valor líquido da corrente, independentemente da geometria do condutor. Seu funcionamento está fundamentado na Lei de Ampère, e na Lei de Faraday-Neumann-Lenz.

Esta bobina fornece um sinal de saída em tensão elétrica. Devido ao sinal ter uma amplitude relativamente baixa concomitante com a presença de ruídos elétricos sobrepostos ao sinal mensurado, este deve ser tratado eletronicamente e amplificado.

Quando a bobina de Rogowski envolve um condutor por onde passa uma determinada corrente elétrica a medir, o campo magnético produzido por esta induz na bobina uma diferença de potencial entre seus terminais, dada por $V_o(t) = -M \cdot (di(t)/dt)$, onde $di(t)/dt$ é a derivada da corrente que passa pelo condutor, e M é a indutância mútua entre a bobina e o condutor. A indutância mútua é expressa por $M = \mu_0 \cdot n \cdot S$, sendo μ_0 a permissividade elétrica no vácuo; n o número de espiras do toróide; S a área da seção transversal da bobina. A tensão induzida nos terminais da bobina é a imagem da taxa de variação da corrente, e é de relativa baixa amplitude quando o valor da corrente elétrica é menor do que a dezena de Ampère. Desta forma, caso se queira medir o valor da corrente propriamente dita, faz-se necessário o uso de dois circuitos eletrônicos para tratar o sinal convenientemente, a saber: um amplificador de instrumentação, que amplifica e faz uma pré-filtragem do baixo sinal fornecido pela bobina; e um integrador eletrônico, para obter a imagem da corrente propriamente dita.

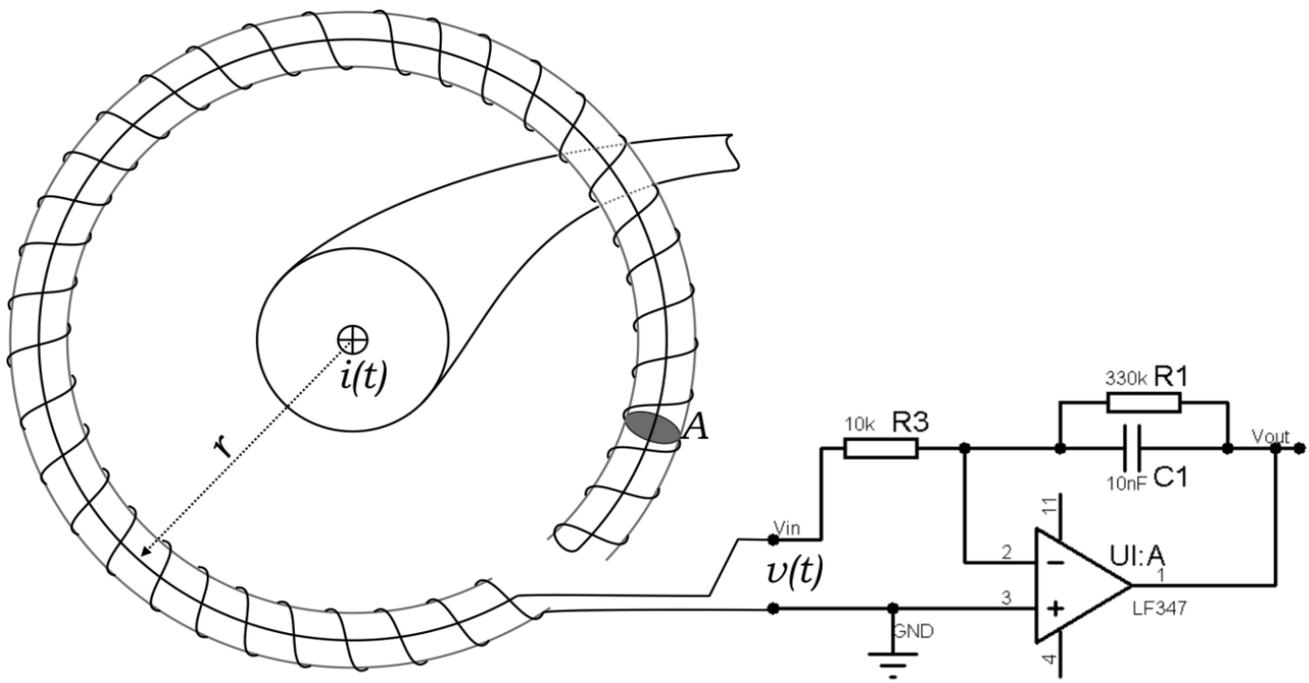


Figura 11 - Ligação Bobina de Rogowski