

AVALIAÇÃO E DETERMINAÇÃO DOS INDICADORES DE QUALIDADE E EFICIÊNCIA DA ENERGIA ELÉTRICA

Lucas Bevilaqua¹ ; Carlos R. P. Oliboni²

INTRODUÇÃO

O conceito de qualidade de energia está relacionado a um conjunto de alterações que podem ocorrer no sistema elétrico devido ao grande número de cargas comandadas eletronicamente conectadas ao sistema. Tais alterações geralmente provocam a redução da vida útil dos equipamentos, aquecimento anormal, perdas elétricas excessivas e o mau funcionamento dos equipamentos instalados.

A qualidade de energia elétrica (QEE) é um aspecto essencial para a competitividade e a prestação de serviço de qualidade nos diversos setores da economia. Isso se faz devido ao uso cada vez mais frequente de equipamentos computadorizados com alta sensibilidade e que exigem um fornecimento de energia com alta qualidade e confiabilidade.

Entende-se como uma boa qualidade de energia elétrica não somente a continuidade no fornecimento, mas também o fornecimento de energia com níveis de tensão, corrente e frequência mais próxima possível da nominal sem distorções das formas de onda. Existem inúmeros fatores que podem contribuir para a má qualidade no fornecimento de energia, entre eles podem-se citar os afundamentos e elevações de tensão, interrupções, distorções harmônicas, flutuação de tensão, desequilíbrio de tensão, transitórios oscilatórios ou impulsivos, ruídos, sobretensões, subtensões, fator de potência e outros.

¹ Aluno do Instituto Federal Catarinense, Campus Videira. Curso Técnico em Eletroeletrônica.
E-mail: lbevilaqua@hotmail.com

² Professor Orientador do Instituto Federal Catarinense, Campus Videira. Curso Técnico em Eletroeletrônica. E-mail: carlos.oliboni@ifc-videira.edu.br



Muitos distúrbios desses são causados por cargas comandadas eletronicamente, tais como fornos microondas, lâmpadas fluorescentes, chuveiros eletrônicos, computadores e periféricos. No setor industrial, as cargas mais comuns causadoras de distúrbios são os conversores de frequência, onde faz o acionamento e o controle de velocidade de motores elétricos. As situações transitórias em sistemas de potência podem ser ocasionadas por descargas atmosféricas, correntes de magnetização dos transformadores, faltas sustentadas, correntes de partida de grandes motores, ou ainda pelos efeitos capacitivos e de chaveamento em linhas de transmissão.

O fornecimento de energia de baixa qualidade pode provocar vários inconvenientes, sendo os mais comuns o mau funcionamento de dispositivos de proteção, variações luminosas, redução do tempo de vida de equipamentos, problemas de funcionamento de computadores, interrupções em linhas de produção, perdas elétricas em condutores e equipamentos, prejuízos aos consumidores e às indústrias.

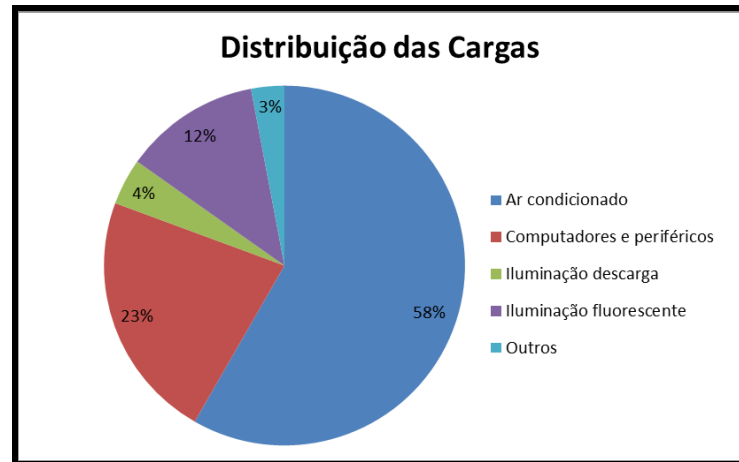
Este trabalho apresenta uma análise dos parâmetros relacionados à qualidade da energia em uma instalação de baixa tensão. Os estudos foram realizados no Instituto Federal Catarinense, campus de Videira, procurando identificar cargas geradoras de distúrbios e propor alternativas para minimizar os efeitos.

MATERIAIS E MÉTODOS

A qualidade da energia elétrica pode ser influenciada e prejudicada por diversos fatores, entre eles: grande número de cargas comandadas eletronicamente conectadas ao sistema; excesso de reativos na rede, problema no aterramento, etc.

A instalação analisada caracteriza-se por alimentar cargas em sua maioria monofásicas e comandadas eletronicamente, como se pode citar: computadores, lâmpadas fluorescentes, impressoras, como mostrado na figura 1.

Figura 1 – Distribuição das cargas instaladas da rede de energia elétrica.



Fonte – Próprio Autor.

Para levantar os dados da qualidade e eficiência da energia, foram realizadas medições no quadro de distribuição geral, localizado na subestação de energia elétrica, sendo registrado com o analisador de energia MINIPA modelo ET - 5060C, sendo monitoradas durante sete dias consecutivos no período de 20 a 27 de abril de 2014. As grandezas monitoradas foram:

- Tensão;
- Corrente;
- Potência Aparente, Ativa e Reativa;
- Energia Ativa e Reativa;
- Fator de Potência.
- Harmônicas;

Figura 2 – Instalação do analisador de energia no quadro geral de distribuição e de proteção.



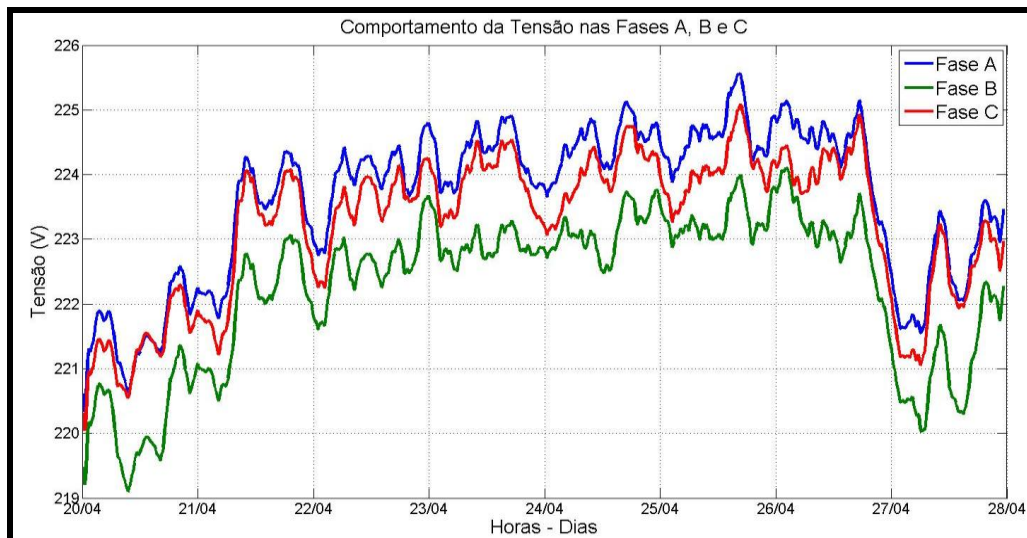
Fonte – Próprio Autor.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

- Tensão Elétrica

A tensão nas três fases encontra-se basicamente equilibradas e em média, sempre acima do valor nominal de 220 Volts. Contudo, esses valores estão dentro dos limites estabelecidos por normal e não ocasionam nenhum problema maior aos usuários e equipamentos que utilizam essa energia. O comportamento e variação da tensão na fase A é mostrado na figura 3.

Figura 3 – Variação e comportamento da tensão na fase A.



Fonte – Próprio Autor.

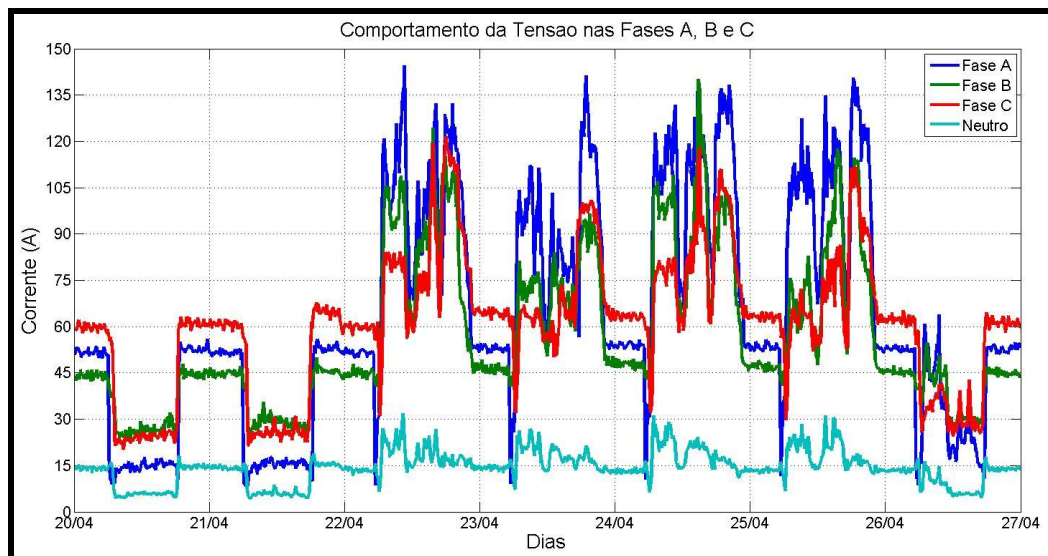
- Corrente Elétrica

O levantamento do comportamento das correntes foi registrado na subestação de energia e representam a corrente total do campus. Analisando os dados, pode-se observar que em todos os momentos há um desequilíbrio de

corrente em todas as fases. No período em que o campus não está funcionando (finais de semana e à noite das 22:30 às 7:00 horas) as correntes variam entre 45 A a 60 A.

Em horário de funcionamento, as correntes nas três fases seguem o mesmo comportamento, variando entre 50A até 140A em alguns momentos, contudo desequilibrado. Fazendo uma análise para o mesmo horário (próximo das 12 horas do dia 22), as correntes variam entre 80A na fase 3, 110A na fase 2 e 140A na fase 1. A corrente no neutro, que idealmente seria nula para o caso de distribuição de cargas de forma equilibrada no sistema, está variando em torno de 14 A para o período de não funcionamento do campus e para os horários de funcionamento do prédio, a corrente varia entre 16 A a 27 A, conforme figura 4.

Figura 4 – Comportamento e variação da corrente na fase A da instalação.



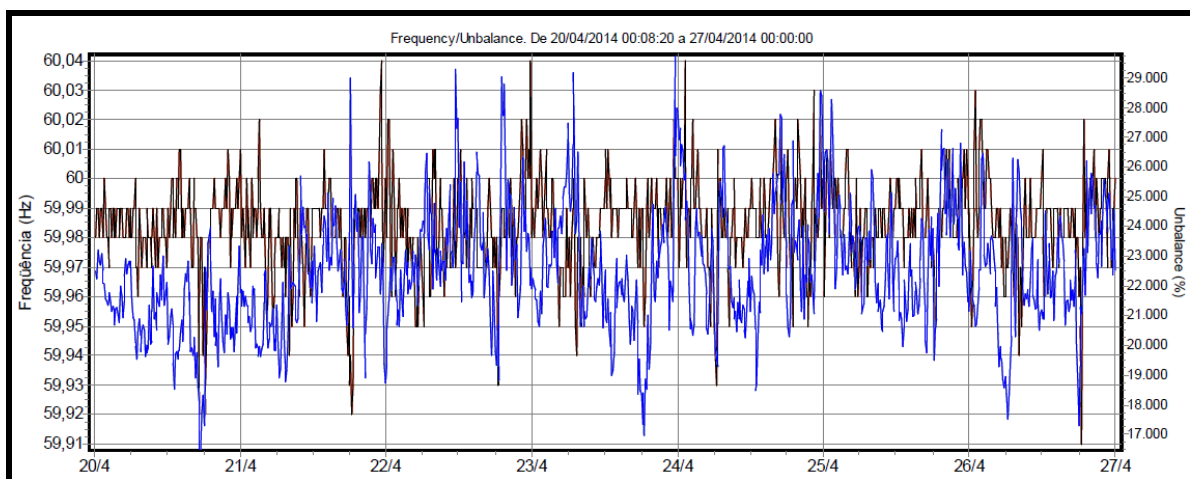
Fonte – Próprio Autor.

Isso demonstra que as diversas cargas instaladas da rede elétrica do campus estão distribuídas de forma não uniforme, o que pode sobrecarregar uma das fases. Outra possibilidade é de que há uma distorção harmônica de corrente significativa, elevando assim a corrente de neutro.

Frequência

A variação da frequência da tensão entregue pela concessionária está variando entre 59,92 a 60,04 Hz, estando em conformidade com os limites de 59,9 e 60,1 Hz estipulados por norma, conforme apresentado na figura 5.

Figura 5 – Frequência da tensão de entrada.

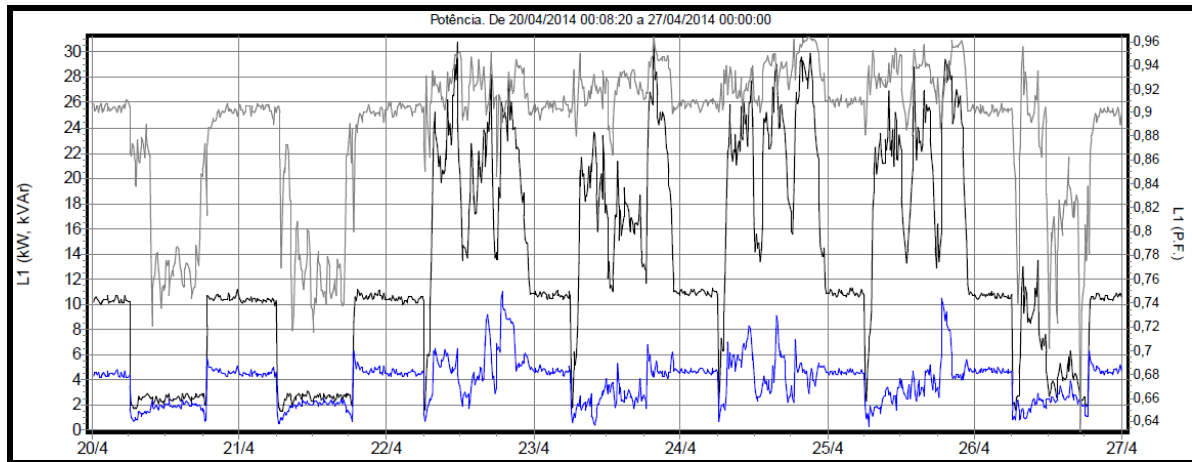


Fonte – Próprio Autor.

Potência Ativa, Reativa e Fator de Potência

A análise das potências ativas e reativas comprovam que a distribuição das cargas no campus do IFC está desequilibrada, uma vez que para o mesmo instante (próximo das 12 horas do dia 22) a potência ativa na fase A está em torno de 30 kW, na fase B em 22kW e na fase C em 18kW. Já a potência reativa no pior caso (fase A) não ultrapassou 11 kVAr, como mostrado nas figuras 6.

Figura 6 – Forma de onda da potência ativa, reativa e do fator de potência.



Fonte – Próprio Autor.

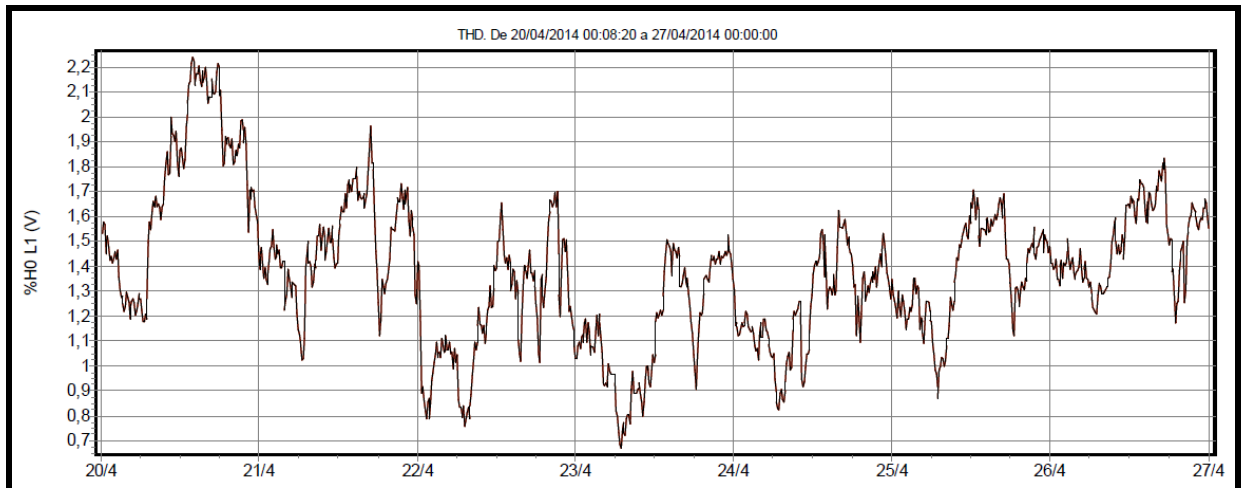
Analisando o comportamento do fator de potência de cada fase da instalação, pode-se concluir que em média, o fator de potência está dentro dos limites estabelecido por norma vigente que é de 0,92. Contudo, em alguns momentos, o fator de potência baixa para valores de até 0,75, o que gera multas e diminui a eficiência no uso da energia elétrica. Esse efeito ocorre principalmente nos momentos em que as principais cargas são desligadas do sistema, o que sinaliza que deve ser feita uma avaliação e um redimensionamento no banco de capacitor para esses períodos.

Dessa forma, mesmo estando sobrecarregando a fase A da instalação em relação as outras, o sistema está operando com folga, uma vez que a potência do transformador da subestação é de 500 kVA com disjuntor na baixa tensão de 1130A.

Distorção Harmônica de Tensão

Na análise da distorção harmônica de tensão, os valores nas três fases não superaram 2,6%, o que é considerado como normal e dentro dos limites estabelecidos por norma. A figura 7 demonstra o comportamento da THD de tensão no período analisado.

Figura 7 – Distorção harmônica de tensão na fase A.



Fonte – Próprio Autor.

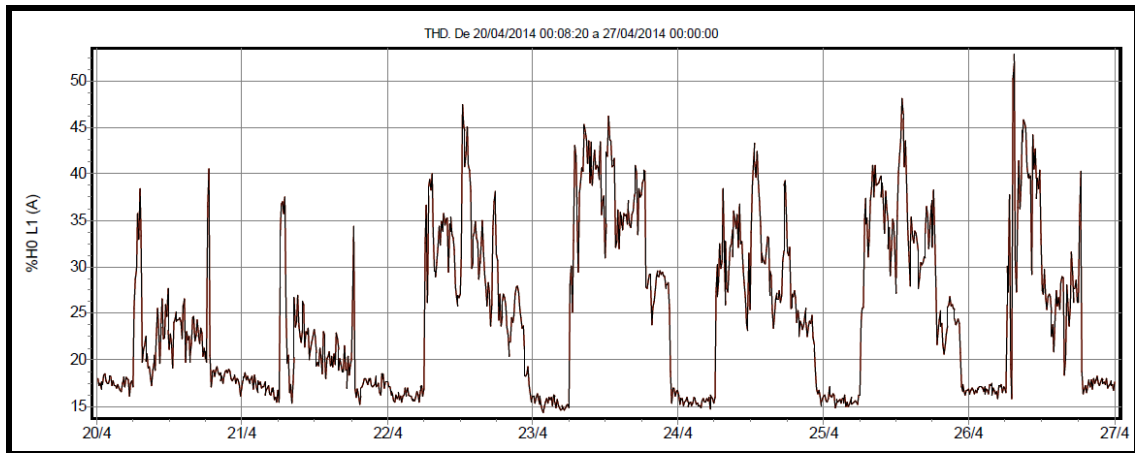
Distorção Harmônica de Corrente

Analisando a distorção harmônica de corrente, pode-se observar que ocorrem variação na distorção harmônica nos diferentes períodos do dia, sendo de maior intensidade nos períodos de maior consumo de energia. Na fase A, os valores ficaram em torno de 30 a 35 %, chegando a alguns momentos em até 47%. Nas fases B e C, os valores ficaram em torno de 16 a 23% e chegando até 34% em alguns períodos.

Esses valores de distorção harmônica demonstra uma quantidade excessiva de componentes harmônicos circulando na rede, o que pode implicar em aquecimento excessivo nos condutores, transformadores e dispositivos de proteção e, dessa forma, implica no sobredimensionamento dos cabos e da fonte.

Na figura 8 mostra o comportamento da distorção harmônica da corrente circulando na rede elétrica da instalação do campus.

Figura 8 – Distorção harmônica de corrente na fase A da instalação.



Fonte – Próprio Autor.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos nesse trabalho, se observou a existência de uma distorção harmônica de corrente acima dos valores recomendados para uma instalação elétrica de baixa tensão ($V_n \leq 1\text{kV}$). Também se verificou a existência de um desequilíbrio de corrente entre as fases em alguns períodos do dia, chegando a uma diferença em torno de 60 A entre as fases.

Isso futuramente, com a ampliação do campus e o aumento da carga instalada, pode levar a um sobrecarga nessas fases e ocorrerem desligamentos do sistema, além de causar desequilíbrio de tensão e a possibilidade da queima de equipamentos.



REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. Resolução normativa n. 345, de 16 de dezembro de 2008.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST. Módulo 8 – Qualidade da Energia Elétrica.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST. Módulo 1 – Introdução.

TEIXEIRA, M. D. et al. **Análise do Impacto de Lâmpadas Fluorescentes Compactas na Rede de Distribuição**; VII SBQEE – 2005.

RIBEIRO P.F.; **Qualidade de Energia Elétrica em Sistemas Elétricos**. Workshop no SBQEE- Seminário Brasileiro de Qualidade de Energia Elétrica, Uberlândia, Jun. 1996.

POMILIO, J.A.; DECKMANN, S.M. **Efeito Flicker produzido pela Modulação Harmônica**. SBQEE'97 - Seminário Brasileiro de Qualidade da Energia Elétrica, Nov. 1997, São Lourenço, MG.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO – ONS. **Procedimentos de Rede, Sub Módulo 2.2: Padrões de Desempenho da Rede Básica e Requisitos Mínimos para suas Instalações**. Brasília, 2002.

OLESKOVICZ, M. **Qualidade da Energia – Fundamentos Básicos**. Disponível em <http://www.ipv.pt/millennium/20_arq1.htm> Acesso em: 10 maio 2013.