

# **Análise de eficiência energética na Maternidade Escola Santa Mônica em MACEIÓ – AL**

**Jobson de Araújo Nascimento**

Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas (UNCISAL-AL)

**Neidson Cavalcante Feitoza**

Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas (UNCISAL-AL)

## **RESUMO**

A utilização da energia elétrica nos setores públicos pode não está sendo aproveitada da melhor forma, permitindo que os gastos com a energia sejam elevados, pelo fato de não haver uma utilização de forma eficiente e com qualidade. Esses fatos podem ser observados em indicadores como na fatura de energia elétrica, condutores sobre aquecidos, atuação frequente de dispositivos de proteção e queima de dispositivos eletroeletrônicos hospitalares. É possível verificar o estado de um sistema elétrico de um sistema através de medições de corrente e tensão elétrica. O objetivo central neste trabalho é a partir de uma análise de qualidade de energia do sistema elétrico na Maternidade Escola Santa Mônica (MESM-AL), localizado na cidade de Maceió – AL, com o intuito de não apenas propor um plano de contingência de gastos, bem como melhorar a qualidade de energia elétrica do sistema como um todo, através de medições precisas das principais grandezas elétricas do sistema, logo que sejam encontrados problemas de eficiência energética.

**Palavras-chave:** Qualidade de energia, Frequência, Tensão, Corrente.

## **1 INTRODUÇÃO**

As diversas normas regulamentadoras dos sistemas de energia elétrica usualmente demandam equipamentos capazes de realizar aferições sofisticadas para medição dos diversos índices relacionados à qualidade da energia. Todavia, um dos parâmetros mais comuns está relacionado ao fator de potência, no qual a legislação brasileira determina que este deva estar compreendido entre 0,92 e 1,00 indutivo e 0,92 capacitivo. Está previsto em lei, um acréscimo monetário na fatura de energia elétrica, caso o fator de potência esteja fora destes limites (ANEEL, 2021).

O baixo fator de potência provoca no sistema elétrico de potência uma circulação de reativos, os quais o tornam ineficiente, aumentando as perdas nos condutores, prejudicando a qualidade da energia, afetando os dispositivos dos sistemas de distribuição e, conseqüentemente, elevando os custos de construção e manutenção.

Atualmente, a teoria de potências convencional não é mais válida para os casos em que as correntes não são senoidais. Nesta situação, os medidores de energia, tanto de indução como os eletrônicos, poderão apresentar uma imprecisão de leitura provocada não somente pelo conteúdo harmônico de corrente, mas também por desequilíbrios e distorções de tensões e corrente.



Desta forma, devem-se analisar tais medidores sobre condições não senoidais, juntamente com desequilíbrios nas tensões e correntes, por meio de uma teoria cujas definições de potências sejam válidas para o cenário atual do sistema elétrico, e para todos os tipos de situações que o sistema possa apresentar.

Há algum tempo a comunidade científica tem se esforçado para criar uma teoria que contemple todos os fenômenos elétricos onde poderia ser aplicada para qualquer propósito, seja medição ou compensação de distúrbios.

A crescente utilização de equipamentos baseada na eletrônica de potência (retificadores, conversores, dentre outros) desperta a importância da relação entre esta área da engenharia elétrica e a qualidade de energia elétrica (QEE). Apesar de proporcionar um controle eficiente do fluxo de energia, estas cargas produzem tensão e/ou correntes harmônicas que acarretam aumento das perturbações originadas pela distorção harmônica em sistemas elétricos, resultando na piora da qualidade da energia elétrica (LUÍS, 2019). Sendo assim, é necessário medir o conteúdo harmônico do sistema para que se possa determinar uma forma de se mitigar os problemas de distorção harmônica.

Como os harmônicos (ou componentes harmônicas) causam problemas de qualidade de energia, é necessária a sua regulamentação através de normas que assegurem o nível máximo de harmônicos tolerados. Para isso é necessário que sejam utilizados indicadores para a quantificação e análise dos efeitos dos harmônicos (NASCIMENTO, 2007).

A análise dos parâmetros elétricos será realizada através da medição dos principais parâmetros elétricos para verificação de possíveis distúrbios na qualidade de energia da MESM, que podem abranger, desde baixo fator de potência associado (excesso de reativos), componentes harmônicas de tensão e corrente no sistema, desequilíbrio e flutuação de tensão, sendo os parâmetros mais importantes nas medições. Serão realizadas medições com um analisador de energia elétrica, das grandezas elétricas no(s) quadro(s) de distribuição de energia elétrica do MESM, para fins de análise de qualidade de energia do sistema elétrico do MESM. Caso sejam detectadas características elétricas nocivas ao sistema elétrico como baixo fator de potência, harmônicos, aquecimento de condutores, dentre outros, propor a MESM, um plano de eficiência e qualidade de energia elétrica.

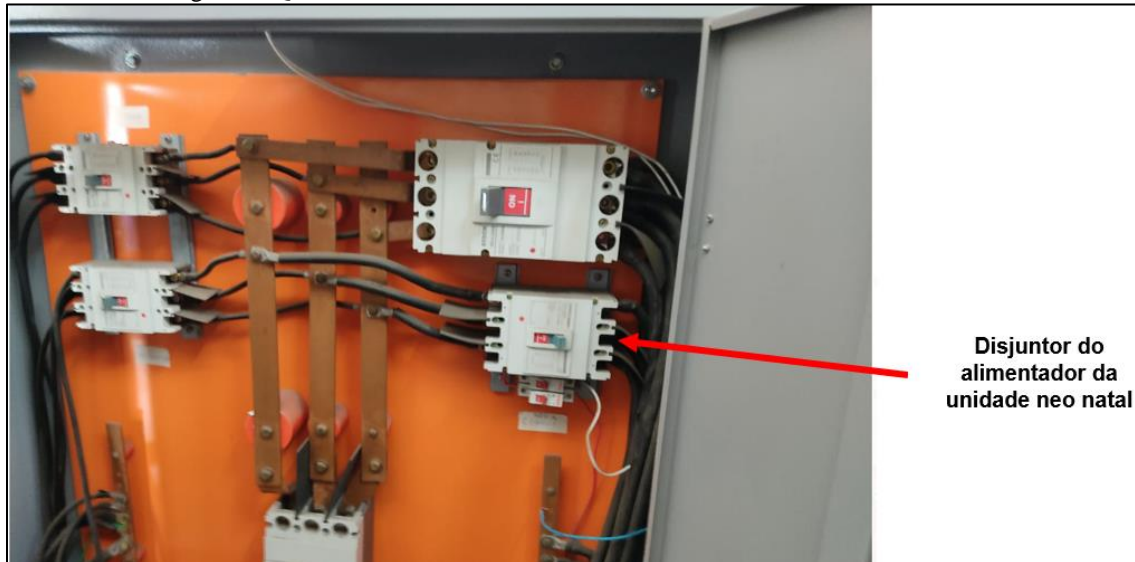
## **2 METODOLOGIA**

No hospital dentro posto de transformação há um quadro principal com o barramento principal e outro quadro secundário com 04 alimentadores secundários.

A princípio o analisador de energia elétrica seria instalado no quadro principal da MESM. Porém, como a corrente elétrica máxima do analisador de energia disponibilizado para o projeto é de 200 A, logo o analisador foi instalado no alimentador da unidade neonatal do hospital, que se enquadra dentro das limitações do instrumento de aferição das grandezas elétricas (tensão e corrente elétrica). A referência do

analisador de energia elétrica utilizado é o *DMI P1000R v2*. Na fig. 1, pode ser observado o local onde se encontra o alimentador da unidade neonatal.

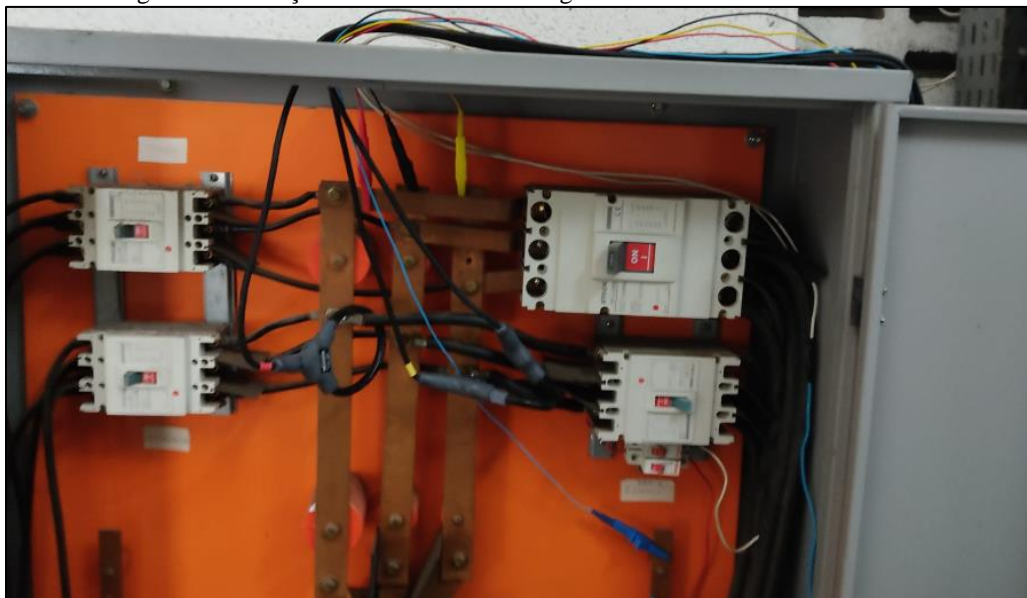
Figura 1. Quadro do alimentador secundário da Maternidade Santa Mônica.



Fonte: Própria, 2024.

E na fig.2 pode ser observada a instalação do analisador de energia que foi conectado à rede elétrica em 10/01/2024.

Figura 2. Instalação do analisador de energia na Maternidade Santa Mônica.



Fonte: Própria, 2024.

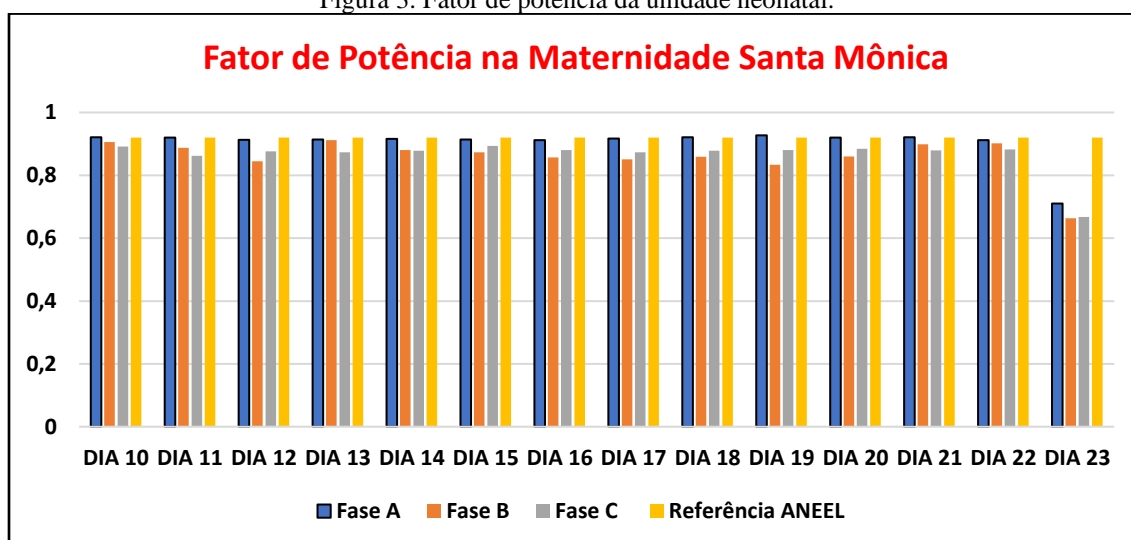
O analisador de energia ficou conectado à rede elétrica por cerca de 02 semanas. O mesmo foi desconectado da rede em 23/01/2024. A capacidade de armazenamento de dados é de 20 dias. Ao final foi

gerada uma planilha dos dados aferidos e calculados ao decorrer das 02 semanas. A medição dos parâmetros era feita ao longo das 24h diárias de forma ininterrupta, com 12 registros a cada 01 min, ou seja, um registro a cada 05 segundos.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os gráficos dos parâmetros foram gerados ao considerar a média aritmética em 01 dia de análise. Na fig.3 pode ser observada a evolução do fator de potência ao longo das 02 semanas.

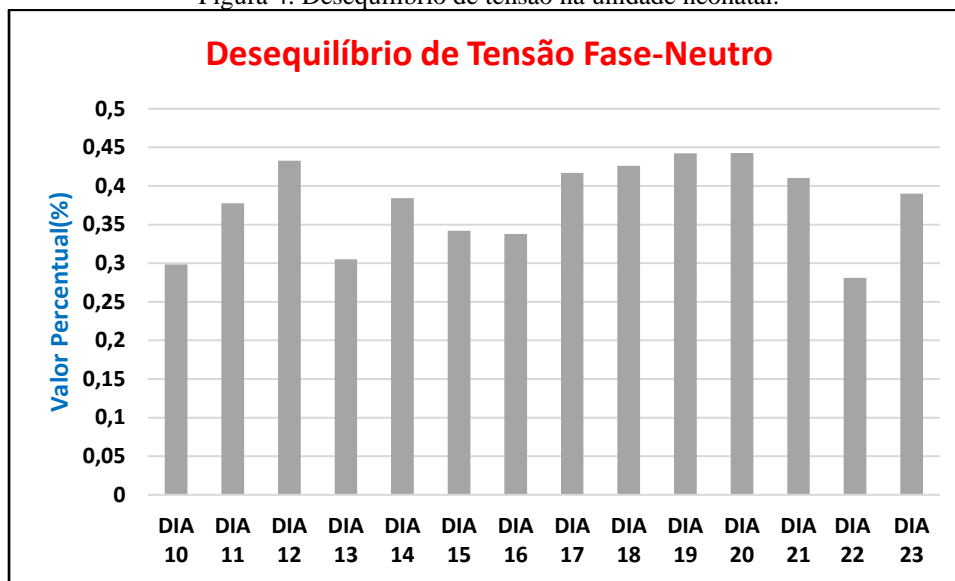
Figura 3. Fator de potência da unidade neonatal.



Fonte: Própria, 2024.

Na fig.3 pode ser observado que praticamente ao longo das 02 semanas o fator de potência se manteve próximo da referência da ANEEL, ou seja, 0,92, exceto no dia 23/02/2024. O que indica que a carga da unidade neonatal, não possui característica reativa considerável. Os desequilíbrios de tensão e corrente elétrica, podem ser observados nas figs. 4 e 5.

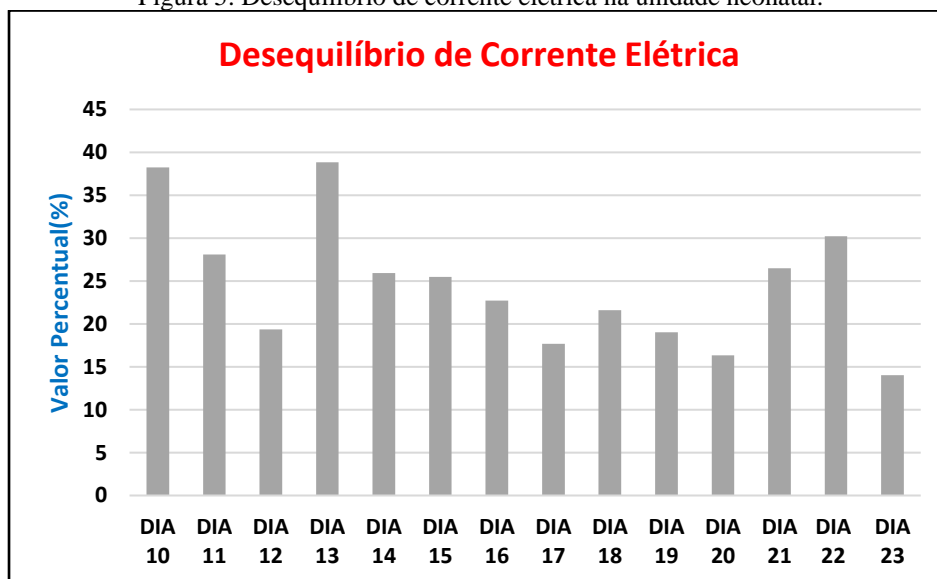
Figura 4. Desequilíbrio de tensão na unidade neonatal.



Fonte: Própria, 2024.

O desequilíbrio de tensão observado ao longo das 02 semanas na fig.4, se manteve abaixo dos 3,0 %, como preconiza o PRODIST, para tensões nominais de fase inferiores a 1,0 kV, como é o caso da tensão de fase na unidade hospitalar, que é de 220 V.

Figura 5. Desequilíbrio de corrente elétrica na unidade neonatal.



Fonte: Própria, 2024.

O desequilíbrio observado na fig.5 ocorre devido ao fato de que a solicitação de corrente elétrica por fase não é uniforme e nem balanceada, fazendo com que esse desequilíbrio seja alto. Porém não há uma norma que indique um problema real no PRODIST, sobre desequilíbrio de corrente elétrica, no entanto um desequilíbrio alto, indica que possivelmente uma ou mais fases, esteja subutilizada, ou seja, pode não está havendo uma distribuição de cargas de forma uniforme entre as 03 fases.



Em relação aos momentos em que foi registrado o fator de potência abaixo do que delimita a ANEEL, ou seja 0,92, foi efetuada a análise da viabilidade econômica da instalação de um banco de capacitores para corrigir o problema. De acordo com a realidade da unidade hospitalar em relação ao setor neonatal, devido a sua característica de demanda variável ao longo dos dias registrados, não é viável a instalação de um banco de capacitores fixo, pois iria comprometer em diversos momentos o fator de potência da instalação, quando a potência reativa for inferior ao que delimita a ANEEL, ou seja de para cada 1 kWh, tiver uma potência reativa registrada inferior a 0,425 kVArh, desconsiderando feriados, sábados e domingos. Com o banco de potência fixo, iria elevar a potência reativa do sistema, ocasionando uma diminuição do fator de potência.

A análise foi efetuada observando qual seria a potência do banco por fase, considerando que o perfil de consumo nessa unidade neonatal, tenha uniformidade. Após a observação das potências ao longo das 02 semanas, observando a evolução do fator de potência foi observada a seguinte característica na tab.1.

Tabela 1. Banco de capacitores estimados para correção do fator de potência.

Potência média do banco para a fase A(kVAr)	Potência média do banco para a fase B(kVAr)	Potência média do banco para a fase C(kVAr)	Potência média do banco para nas 03 fases(kVAr)
0,31	2,34	1,36	3,1

Na tab.1, foi obtido o valor médio do banco trifásico necessário para a correção, tendo em vista a viabilidade de obtenção de bancos automáticos trifásicos comerciais. Nesse nível de potência reativa é bastante difícil encontrar bancos automáticos trifásicos no mercado. O que torna inviável uma eventual correção do fator de potência por esse método. Devido ao baixo valor pago em multa por excesso de reativos é menos oneroso pagar essa multa do que investir na aquisição de banco automático de capacitores. O que é possível concluir sobre a unidade neonatal é que em termos de baixo fator de potência os níveis registrados são irrelevantes para uma eventual correção.

As medições de harmônicas observadas ao longo das 02 semanas, foram analisadas e os seus níveis máximos podem ser observados na tab.2.

Tabela 2. THD máximo registrado na unidade hospitalar.

THD de Tensão(máximo)	THD de corrente elétrica(máximo)
2,49%	5,54%

Os níveis observados na tab.1, foram registrados ao longo das 02 semanas, onde se procurou o maior THD, em uma das 03 fases do alimentador da unidade neonatal. Apesar de no Brasil não haver normas que estabelecem o limite de harmônicas em instalações elétricas, apenas a referência IEEE 519-2, não adotada no país, os efeitos da distorção harmônica são bem conhecidos, como; aquecimento excessivo de condutores,



disparo de dispositivos de proteção, interferência eletromagnética de forma conduzida, através dos condutores, dentre outros (CAPELLI, 2013). Porém em circuitos trifásicos com neutro, que é característica da edificação, de acordo com a NBR 5410:2004 prevê a possibilidade de aumento da seção nominal no dimensionamento do condutor neutro, em relação aos condutores de fase, quando a taxa de terceira harmônica e seus múltiplos for superior a 33%. No entanto essa taxa não foi observada nas harmônicas de múltiplas de três. O maior valor encontrado sequer ultrapassou 6,0%. E também em diálogo com o responsável da unidade hospitalar pela parte elétrica, não foram encontrados indícios que o setor da unidade neo natal, apresentasse problemas relacionados a excesso de harmônicas.

#### **4 CONCLUSÕES**

Os resultados de medição expostos no trabalho, sobre a unidade neo natal na unidade hospitalar constataram que em relação ao fator de potência o sistema é eficiente, sendo detectados de forma pontual, momentos em que o fator de potência estava abaixo do que delimita a ANEEL. Portanto não sendo necessária adotar estratégias para correção do fator, pois os gastos seriam altos e o retorno inviável, por não haver parâmetros comerciais para a correção. Em relação as harmônicas os níveis encontrados não apresentam riscos a unidade neo natal, como também não houveram relatos de eventuais sintomas de que as harmônicas encontradas estavam sendo nocivas a unidade neo natal. O desequilíbrio de tensão está dentro dos limites aceitáveis de acordo com a PRODIST. E por fim o desequilíbrio de corrente observado é significativo, apesar de não haver uma norma que obrigue o equilíbrio entre as fases, é recomendado que a distribuição das cargas entre as fases do sistema seja o mais uniforme possível, para evitar possíveis sobrecargas ou subutilização em uma ou mais fases.

#### **5 AGRADECIMENTOS**

Os agradecimentos devem ser feitos a UNCISAL-AL, que a partir do programa de Iniciação Científica, na modalidade, PIP (Projeto de Iniciação à Pesquisa) / UNCISAL existente na instituição permitiu o desenvolvimento e a execução dessa pesquisa.



## REFERÊNCIAS

- ANEEL. Procedimentos de distribuição de energia elétrica no sistema elétrico nacional – PRODIST. Módulo 8: Qualidade da energia elétrica. Brasília: ANEEL, 2021. 53 p., il.
- ANEEL. Resolução Normativa 414/2021, atualizada até a REN 499/2021: condições gerais de fornecimento de energia elétrica. Brasília: ANEEL, 2021. 142 p., il.
- Capelli, Alexandre. Energia elétrica: qualidade e eficiência para aplicações industriais, 1ª ed. São Paulo, Érica, 2013. 273 p.
- Háteras, Luís Eduardo Pompeu de Sousa. Retificadores Multi-Pulsos. 2019. 91p. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Ceará, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.
- NASCIMENTO, C. F.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. A. Compensation of the Harmonic Current Generated by Light Dimmers. VI Induscon, 2004.