



Ministério da Educação – Brasil  
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM  
Minas Gerais – Brasil  
Revista Vozes dos Vales: Publicações Acadêmicas  
ISSN: 2238-6424  
QUALIS/CAPES – LATINDEX  
Nº. 26 – Ano XII – 10/2024  
<http://www.ufvjm.edu.br/vozes>

### **Análise da energia reativa em instalações residenciais: uma revisão**

Hudson Vieira Dantas  
Graduado em Engenharia Elétrica - Multivix/ES - Brasil  
Faculdade Brasileira Multivix  
<http://lattes.cnpq.br/1403419095109848>  
E-mail: [eng.hudsondantas@gmail.com](mailto:eng.hudsondantas@gmail.com)

Karine de Oliveira Santos  
Graduada em Engenharia Civil - UFVJM/MG - Brasil  
Mestra em Tecnologia, Ambiente e Sociedade  
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Doutoranda em Engenharia Civil na Universidade Federal de Viçosa  
<http://lattes.cnpq.br/0902453970875908>  
E-mail: [karine.oliveira@ufvjm.edu.br](mailto:karine.oliveira@ufvjm.edu.br)

Willian Vieira Dantas  
Graduado em Engenharia da Computação - UFES/ES - Brasil  
Universidade Federal do Espírito Santo - UFES  
<http://lattes.cnpq.br/4895439434473407>  
E-mail: [willianvdantas@gmail.com](mailto:willianvdantas@gmail.com)

Prof. Dr. Stênio Cavalier Cabral  
Doutor em Engenharia e Ciência dos Materiais – Universidade Estadual do Norte  
Fluminense Darcy Ribeiro - RJ – Brasil  
Docente do Instituto de Ciência Engenharia e Tecnologia – Minas Gerais – UFVJM –  
Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/2452889693767673>  
E-mail: [stenio.cavalier@ufvjm.edu.br](mailto:stenio.cavalier@ufvjm.edu.br)

**Resumo:** O artigo analisa a energia reativa em instalações residenciais, destacando a importância da qualidade da energia elétrica no contexto brasileiro. O objetivo principal é comparar a qualidade da energia elétrica residencial com base em estudos anteriores, focando no fator de potência e nas distorções harmônicas. A metodologia utilizada inclui uma pesquisa bibliográfica, com coleta de dados de materiais científicos e informações de órgãos reguladores. A pesquisa é classificada como qualitativa e quantitativa, permitindo a análise de dados numéricos sobre a qualidade da energia. Os resultados indicam que a distorção harmônica total de tensão foi de 3,7% e a distorção harmônica total de corrente de 5,32%, valores que estão dentro dos limites estabelecidos pela agência regulamentadora. Além disso, a pesquisa revela a necessidade de correção do fator de potência em residências, uma vez que a presença de harmônicos pode impactar negativamente o sistema elétrico. Conclui-se que a melhoria na qualidade da energia elétrica é essencial para garantir a eficiência e a sustentabilidade do sistema elétrico.

**Palavras-chave:** Qualidade da Energia Elétrica. Energia Reativa. Fator de potência. Distorção Harmônica. Sistema Elétrico Brasileiro.

## Introdução

No ano de 2001, o Brasil passou por uma grande crise em seu setor energético, quando ocorreram inúmeras quantidades de apagões e houve a necessidade de implementar o racionamento de energia, que acabaram por gerar prejuízos à população. Desde então, houve uma sucessão de investimentos na geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, além de adotar tecnologias para aprimorar a eficiência do fornecimento energético (SANTOS, 2017).

O estudo da “questão energética” no Brasil está intrinsecamente ligado ao desenvolvimento econômico do país, pois a política energética desempenha um papel central nesse processo (OLIVEIRA, 2001; GOMES, 2023). Ao abordar a “busca” pela luz, é importante notar que o Brasil possui uma longa trajetória nesse tema. A crise energética de 2001 não foi a primeira enfrentada pelos brasileiros, evidenciando que a quantidade e a qualidade da energia nem sempre foram adequadas (LESSA, 2001; GOMES, 2023).

A evolução do cenário energético no Brasil é significativa, especialmente considerando a afirmação de Santos (2017) de que a qualidade de vida dos cidadãos tem melhorado, em parte devido aos investimentos em eletroeletrônicos e eletrodomésticos. Observa-se, portanto, um aumento contínuo no consumo residencial de energia ao longo dos anos. Em 2014, o consumo total de energia das residências brasileiras foi de 132.302 GWh, enquanto, em 2018, esse número subiu

para 137.615 GWh, representando um crescimento de aproximadamente 4%, conforme demonstrado na Tabela 1. A Tabela 1 apresenta o consumo energético anual por classes de consumidores brasileiros.

**Tabela 1 – Consumo energético anual por classe (GWh)**

|                    | 2014    | 2015    | 2016    | 2017    | 2018    | $\Delta\%$<br>(2018/2017) | Part. %<br>(2018) |                 |
|--------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------------------------|-------------------|-----------------|
| Brasil             | 474.823 | 465.708 | 461.780 | 467.161 | 474.820 | 1,6                       | 100               | Brazil          |
| Residencial        | 132.302 | 131.190 | 132.872 | 134.368 | 137.615 | 2,4                       | 29,0              | Residential     |
| Industrial         | 179.106 | 169.289 | 165.314 | 167.398 | 169.625 | 1,3                       | 35,7              | Industrial      |
| Comercial          | 89.840  | 90.768  | 87.873  | 88.292  | 88.631  | 0,4                       | 18,7              | Commercial      |
| Rural              | 25.671  | 25.899  | 27.266  | 28.136  | 29.168  | 3,7                       | 6,1               | Rural           |
| Poder público      | 15.355  | 15.196  | 15.096  | 15.052  | 15.076  | 0,2                       | 3,2               | Public sector   |
| Iluminação pública | 14.043  | 15.333  | 15.035  | 15.443  | 15.690  | 1,6                       | 3,3               | Public lighting |
| Serviço público    | 15.242  | 14.730  | 14.969  | 15.196  | 15.778  | 3,8                       | 3,3               | Public service  |
| Consumo próprio    | 3.265   | 3.304   | 3.355   | 3.277   | 3.238   | -1,2                      | 0,7               | Own use         |

Fonte: EPE (2019).

Visto o aumento anual do consumo residencial, e os fatos ocorridos em 2001, Rios *et al.* (2014) afirma que as concessionárias poderiam implementar uma taxa de cobrança extra para residências que tiverem um fator de potência abaixo do recomendado pela ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) de 0,92, assim como é cobrado atualmente das instalações industriais. Entretanto, Atkinson (2017) alerta para as altas concentrações de harmônicos, que inviabilizam a correção do fator de potência através da instalação de bancos de capacitores de forma paralela ao barramento do sistema elétrico residencial. De acordo com Atkinson (2017) o método indicado para a correção seria a instalação de filtros senoidais.

Os investimentos geraram uma elevação na produção de energia e inovação de equipamentos mais eficientes, que por sua vez têm introduzido no sistema elétrico das concessionárias, elementos que prejudicam a qualidade da energia, como por exemplo, distorções harmônicas e baixo fator de potência. De acordo com os autores Atkinson (2017) e Santos (2017), a má qualidade da energia elétrica pode

comprometer aparelhos domiciliares e da própria concessionária, sendo assim um problema tanto para quem recebe quanto para quem fornece a energia. O baixo fator de potência pode significar em mais perdas de equipamentos e de energia (RIOS *et al.*, 2014).

Em concordância com o Módulo 8 do PRODIST (Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional) da ANEEL, vários fatores influenciam a qualidade da energia elétrica recebida pelo consumidor final, como por exemplo, o fator de potência e nas distorções harmônicas residenciais.

Este trabalho concentra-se na análise dos possíveis fatores que levam a um baixo fator de potência residencial e geração de harmônicos, bem como as suas consequências. Os objetivos incluem a comparação das pesquisas realizadas por Rios *et al.* (2014), Atkinson (2017) e Santos (2017), que examinaram o fator de potência e a quantidade de distorções harmônicas em residências nas cidades de Belo Horizonte - MG e João Monlevade - MG.

## **Metodologia**

A natureza da pesquisa classifica-se como aplicada, visto que tem o objetivo de gerar conhecimentos práticos voltados para a resolução de problemas específicos (PRODANOV; DE FREITAS, 2013).

O problema foi abordado de forma quantitativa, a partir dos dados numéricos obtidos, que foram classificados e analisados, conforme explicam Prodanov e De Freitas (2013). Além disso, a pesquisa também possui uma abordagem qualitativa, utilizando descrições verbais para compreender as medições das distorções harmônicas e do fator de potência residenciais na área de estudo.

Baseando-se no procedimento técnico utilizado, a metodologia corresponde a uma pesquisa bibliográfica, visto que é desenvolvida a partir de uma revisão de estudos científicos. A pesquisa pode ser classificada também como descritiva, de acordo com Gil (2017), este tipo de pesquisa tem em sua essência a caracterização de uma população ou fenômeno.

A coleta de dados iniciou-se a partir de artigos científicos brasileiros publicados, filtrando-os com palavras-chave como: “fator de potência residencial”, “distorções

harmônicas residenciais” e “qualidade de energia elétrica”. Além do uso de dados fornecidos pela ANEEL e EPE (Empresa de Pesquisa Energética).

Os estudos utilizados como base, tiveram dados coletados de residências do estado de Minas Gerais, sendo uma localizada na capital, Belo Horizonte, e as vinte e três demais, no município de João Monlevade.

### **Qualidade da energia**

A ANEEL é o órgão federal responsável por regular a geração, transmissão, distribuição e comercialização de toda energia elétrica nacional. Ela também é encarregada de fiscalizar as concessões, permissões e os serviços de energia. Por meio do PRODIST, a ANEEL normatiza e padroniza as atividades técnicas relativas ao funcionamento e desenvolvimento dos sistemas de distribuição.

A qualidade da energia elétrica de acordo com Pires (2006) e Atkinson (2017) é qualificada em decorrência de perturbações inesperadas da tensão, corrente ou frequência que possa gerar defeitos nos aparelhos dos consumidores da concessionária.

Mehl (2012) afirma que existem diversos fenômenos que podem prejudicar a qualidade da energia elétrica, como por exemplo o desequilíbrio de tensão, ruído e interferência eletromagnética. Porém, como mencionado anteriormente, este estudo se limitará a apenas dois fatores que qualificam a energia das concessionárias, o fator de potência e a distorção harmônica.

### **Potência aparente**

Conforme a CEMIG (2003) e Rios *et al.* (2014) definem, a potência aparente (S) como sendo o trabalho realizado em um tempo definido e que podemos encontrar o seu valor através do produto da multiplicação entre a corrente elétrica (I) e sua tensão (V), como mostra a Equação 1.

$$S = V * I \quad (\text{Eq. 1})$$

Sendo:

$S$  = Potência aparente (VA);

$V$  = Tensão (V);

$I$  = Corrente elétrica (A).

Porém IEEE-1459:2010, Santos (2017) e Atkinson (2017) vão mais afundo, especificando esta definição como sendo a potência elétrica aparente e citando ainda outras formas de potência, como a potência ativa e a potência reativa.

### **Potência ativa**

A potência ativa é definida por Atkinson (2017) como sendo a energia responsável por realizar efetivamente o trabalho. Em um exemplo básico, pode-se entender por potência ativa, sendo a energia utilizada para gerar a rotação de um motor. Sua fórmula, segundo Santos (2017) pode ser descrita através da Equação 2.

$$P = V * I * \cos \varphi \quad (\text{Eq. 2})$$

Sendo:

$P$  = Potência ativa (W);

$V$  = Tensão (V);

$I$  = Corrente elétrica (A);

$\varphi$  = Ângulo de fase entre a tensão e a corrente.

### **Potência reativa**

De acordo com Atkinson (2017), a energia reativa é a forma de potência indesejada para a rede elétrica. Esta potência é a parte não utilizada na realização do trabalho, porém com seu valor reconhecido. Como no exemplo do motor, utilizado anteriormente, a energia reativa é responsável pelo surgimento do campo eletromagnético necessário para o funcionamento do motor. Expressando em uma equação, Santos (2017) a define como:

$$Q = V * I * \sin \varphi \quad (\text{Eq. 3})$$

Sendo:

Q = Potência reativa (VAR);

V = Tensão (V);

I = Corrente elétrica (A);

$\varphi$  = Ângulo de fase entre a tensão e a corrente.

### **Fator de potência**

Em acordo com os autores Coutinho (2016) e Atkinson (2017), o fator de potência é uma grandeza adimensional, de valor unitário, que ajuda a determinar a eficiência energética. Conforme o mesmo autor, quanto mais próximo o valor do fator de potência for de 1, melhor será o resultado do trabalho desempenhado energeticamente. Logo, quanto mais distante for o fator de potência de 1, pior será a conversão de energia em trabalho. Santos (2017) apresenta o fator de potência correspondente a Equação 4.

$$Fp = \frac{P}{S} \quad (\text{Eq. 4})$$

Sendo:

F<sub>P</sub> = fator de potência;

P = Potência ativa (W);

S = Potência aparente (VA).

Conforme Creder (2007) e Rios *et al.* (2014), um baixo fator de potência, distante de 1, é capaz de provocar uma sobrecarga em cabos e transformadores, promovendo perdas do sistema, quedas de tensão e deterioração dos aparelhos de manobras.

Visando a proteção das redes de energia e as instalações a ela conectadas, a ANEEL, por meio do Módulo 8 da PRODIST, determina que unidades consumidoras conectadas ao sistema elétrico possuam um fator de potência maior ou igual a 0,92, estando sujeito a cobrança de multa pelo uso excedente de energia reativa, entretanto, a própria ANEEL, por meio da Resolução Normativa: nº 414/2010, impede esta cobrança às unidades consumidoras conectadas a rede de distribuição em baixa tensão.

### **Distorção harmônica**

Segundo Santos (2017), durante o processo de geração de energia, as usinas produzem as correntes e tensões que possuem um comportamento senoidal, com amplitude e frequência própria, sendo pré-estabelecida no Brasil a frequência de 60 hertz (Hz). Quando essa energia é fornecida ao consumidor, podem surgir deformações em sua forma de onda, alterando por exemplo a sua frequência. Uma dessas distorções é a distorção harmônica.

De acordo com Arrillaga e Watson (2004) e Santos (2017) as distorções harmônicas têm como característica principal a alteração da frequência da onda senoidal, apresentando variações múltiplas do valor da frequência da onda inicial conforme aumenta sua ordem. Por exemplo, ondas de 60Hz apresentaram distorções de segunda ordem com frequência de 120Hz, terceira ordem com 180Hz e assim sucessivamente.

Conforme Schneider (2003) e Atkinson (2017), as distorções harmônicas são geradas através da presença de cargas não lineares na rede elétrica. O mesmo, afirma que cargas não lineares apresentam resistências, indutâncias e capacitâncias que resultam em uma alteração na forma de onda, e de maneira oposta, as cargas lineares, não apresentam tais variações no formato da onda.

Lopez (2013) e Atkinson (2017) ainda citam uma lista de problemas que podem acontecer devido a existência de harmônicos na rede, como: queima de fusíveis de capacitores e redução da vida útil, redução da vida útil de motores e incapacidade de atingir máxima performance e interferência telefônicas.

As equações 5, 6, 7, 8 e 9 apresentadas a seguir correspondem as formas de calcular as distorções harmônicas, de acordo com o Módulo 8 do PRODIST.



- Distorção harmônica individual de tensão de ordem h:

$$DIT_h \% = \frac{V_h}{V_1} \times 100 \quad (\text{Eq. 5})$$

Sendo:

h = ordem harmônica individual;

$V_h$  = Tensão harmônica de ordem h (V);

$V_1$  = Tensão fundamental medida (V).

- Distorção harmônica total de tensão:

$$DTT \% = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{h_{\max}} V_h^2}}{V_1} \times 100 \quad (\text{Eq. 6})$$

Sendo:

h = todas as ordens harmônicas de 2 até  $h_{\max}$ ;

$h_{\max}$  = conforme a classe A ou S;

$V_h$  = Tensão harmônica de ordem h (V);

$V_1$  = Tensão fundamental medida (V).

- Distorção harmônica total de tensão para as componentes pares não múltiplas de 3:

$$DTT_p \% = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{h_p} V_h^2}}{V_1} \times 100 \quad (\text{Eq. 7})$$

Sendo:

h = todas as ordens harmônicas pares, não múltiplas de 3 ( $h = 2, 4, 8, 10, 14, \dots$ );

$h_p$  = máxima ordem harmônica par, não múltipla de 3;

$V_h$  = Tensão harmônica de ordem  $h$  (V);

$V_1$  = Tensão fundamental medida (V).

- Distorção harmônica total de tensão para as componentes ímpares não múltiplas de 3:

$$DTT_I \% = \frac{\sqrt{\sum_{h=5}^{h_i} V_h^2}}{V_1} \times 100 \quad (\text{Eq. 8})$$

Sendo:

$h$  = todas as ordens harmônicas ímpares, não múltiplas de 3 ( $h = 5, 7, 11, 13, 17, \dots$ );

$h_i$  = máxima ordem harmônica ímpar, não múltipla de 3;

$V_h$  = Tensão harmônica de ordem  $h$  (V);

$V_1$  = Tensão fundamental medida (V).

- Distorção harmônica total de tensão para as componentes múltiplas de 3

$$DTT_3 \% = \frac{\sqrt{\sum_{h=3}^{h_{\max}} V_h^2}}{V_1} \times 100 \quad (\text{Eq. 9})$$

Sendo:

$h_{\max}$  = todas as ordens harmônicas múltiplas de 3 ( $h = 3, 6, 9, 12, 15, \dots$ );

$h_3$  = máxima ordem harmônica múltipla de 3;

$V_h$  = Tensão harmônica de ordem  $h$  (V);

$V_1$  = Tensão fundamental medida (V).

A Tabela 2 traz os valores indicados pela ANEEL, mediante o Módulo 8 do PRODIST, para a quantidade máxima de distorção total em relação a tensão nominal que alimenta a unidade consumidora analisada.

**Tabela 2 – Limites das distorções harmônicas totais (em % da tensão fundamental)**

| Indicador           | Tensão nominal            |                             |                                           |
|---------------------|---------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------|
|                     | $V_n \leq 1,0 \text{ kV}$ | $1,0 < V_n < 69 \text{ kV}$ | $69 \text{ kV} \leq V_n < 230 \text{ kV}$ |
| DTT <sub>95%</sub>  | 10,0%                     | 8,0%                        | 5,0%                                      |
| DTT <sub>P95%</sub> | 2,5%                      | 2,0%                        | 1,0%                                      |
| DTT <sub>I95%</sub> | 7,5%                      | 6,0%                        | 4,0%                                      |
| DTT <sub>395%</sub> | 6,5%                      | 5,0%                        | 3,0%                                      |

Fonte: Módulo 8 do PRODIST.

## Correção do fator de potência

Rios et al. (2014) e Atkinson (2017) descrevem a forma mais comum de corrigir o fator de potência por meio da utilização de um banco de capacitores. Segundo Atkinson (2017), reparar o fator de potência de uma instalação significa aproximá-lo de 1, o que resulta na redução da energia que flui através do sistema como consequência dessa correção.

Para a definição do dimensionamento do banco de capacitor, os autores utilizaram a Equação 10.

$$Q_c = P * (\tan(\cos^{-1}(F_{p1})) - \tan(\cos^{-1}(F_{p2}))) \quad (\text{Eq. 10})$$

Sendo:

$Q_c$  = Potência reativa necessária (VAR);

$P$  = Potência ativa (W);

$F_{p1}$  = Fator de potência atual;

$F_{p2}$  = Fator de potência desejado.

Obtido o valor da potência reativa necessária, é feito o cálculo do valor da capacitância do capacitor, através da Equação 11:

$$C = \frac{Q_c}{2\pi f v^2} \quad (\text{Eq. 11})$$

Sendo:

$C$  = Capacitância do capacitor (F);

$Q_c$  = Potência reativa necessária (W);

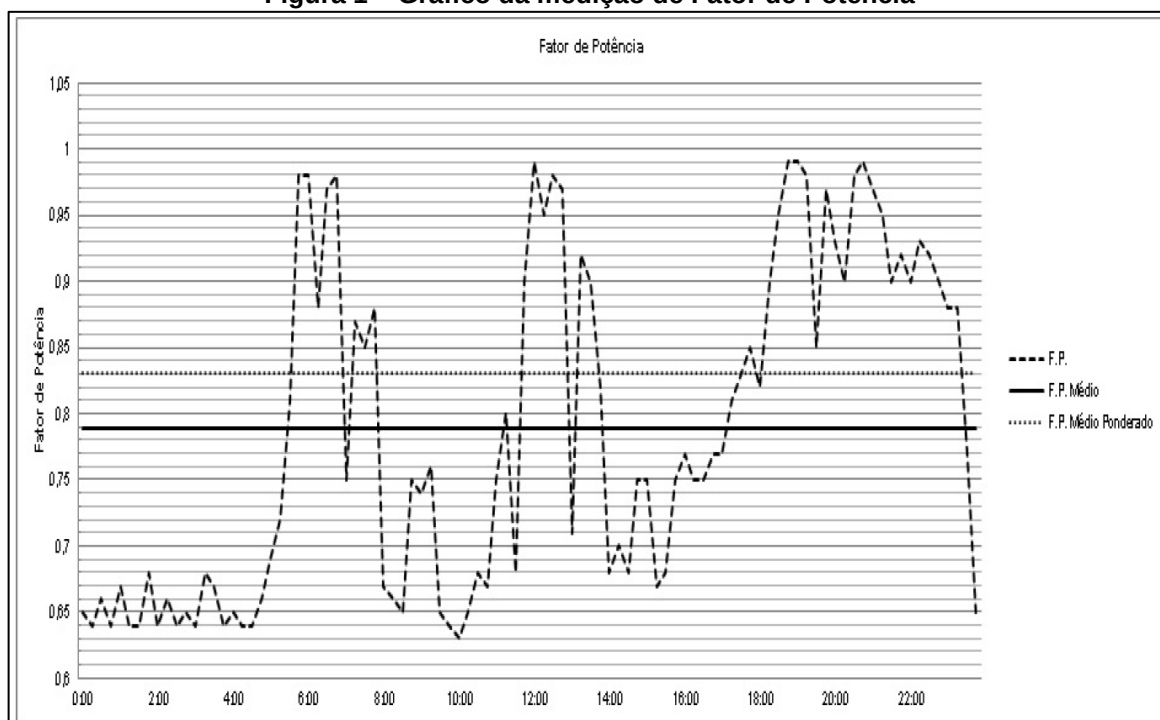
$f$  = Frequência da rede (Hz);

$v$  = Tensão de operação (V).

## Analises e discussões

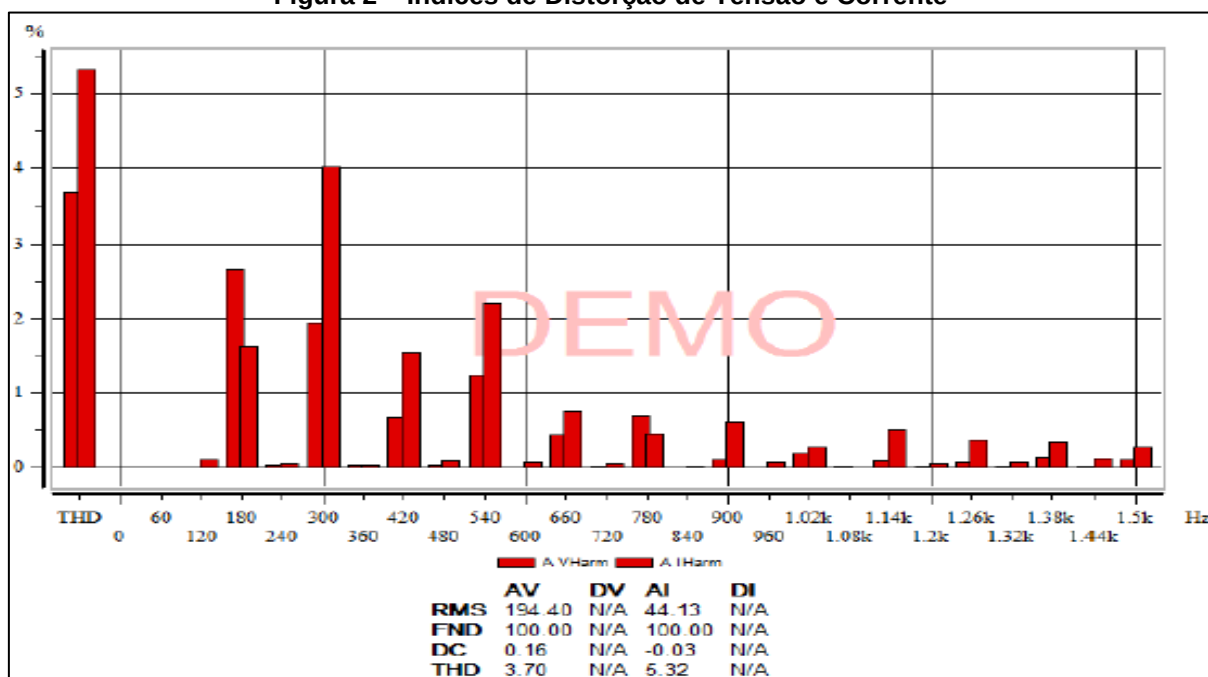
De acordo com os dados coletados em sua pesquisa, Rios *et al.* (2014) obteve uma média ponderada do fator de potência no valor de 0,83, como mostra a Figura 1, necessitando neste caso, de acordo com os limites estabelecidos pela ANEEL, de uma correção do fator de potência elevando-o ao valor mínimo de 0,92. Diferentemente, Atkinson (2017) adquiriu o seu fator de potência em valores acima de 0,92, variando este resultado entre capacitivo e indutivo, dentro da margem determinado pela ANEEL.

**Figura 1 – Gráfico da medição de Fator de Potência**



Fonte: Rios *et al.* (2014).

Figura 2 – Índices de Distorção de Tensão e Corrente



Fonte: Atkinson (2017).

Para a correção dos harmônicos, Atkinson (2017) indica a utilização de filtros elétricos, que são mecanismos formados a partir de resistores, capacitores e indutores e que tem como função impedir a passagem de faixas de frequências não desejadas.

Quanto aos dados de harmônicos, Atkinson (2017) obteve uma distorção harmônica total de tensão de 3,7% e distorção harmônica total de corrente de 5,32%, como observado na Figura 2, valores estes dentro dos indicados pela PRODIST, que são de 5% para distorção da tensão e 8% para distorção da corrente. No entanto, Santos (2017) não apresentou valores dos harmônicos obtidos, todavia em sua análise pode perceber que em todas as residências estudadas os harmônicos ímpares de ordem 3, 5 e 7 foram os que apresentaram maiores valores, em alguns casos, ultrapassando até o limite estabelecido por norma.

### Considerações finais

Os dados apresentados pelos estudos, observa-se que os valores do fator de potência variam conforme as instalações e os aparelhos utilizados, podendo estar dentro ou fora da faixa estabelecida de 0,92. Isso torna cada unidade consumidora um caso específico que requer análise individual.

Outra conclusão a que se pode chegar, é a redução da eficiência, ou até mesmo ineficácia, do banco de capacitor, para a correção do fator de potência, dependendo do índice de distorção harmônica presente na instalação.

A partir das análises, nota-se que na maioria das residências observadas, houve uma disparidade de 3 harmônicos, sendo eles os de ordem 3, 5 e 7, equivalendo as frequências de 180, 300 e 420 Hz respectivamente, o que pode indicar uma solução padrão para a diminuição de harmônicos residências, sendo oportuno a instalação de filtros anti-harmônicos para sua correção.

## Referências

ARRILLAGA, J.; WATSON, N. R. Power system harmonics. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2004.

ATKINSON, G. S. Análise da Qualidade de Energia Residencial: Um Estudo para Identificação de Distorções Harmônicas e Índices de Fator de Potência. 2017. 102 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2017.

COUTINHO, P. D. T. E. P. Fator de Potência Sob Enfoque Econômico. Potência, São Paulo, n. 128, p. 98, 2016. ISSN 27.231.

CREDER, Hélio. Instalações Elétricas. 15ª ed. Rio de Janeiro/RJ: LTC, 2007. 428 p.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2019. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/anuario-estatistico-de-energia-eletrica>. Acesso em: 24 jun. 2020.

GIL, Antônio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. Atlas. 2017.

GOMES, M. O. Gestão de crise e o “apagão” em 2001: um estudo de caso. 2023. 31 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Gestão Pública) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

IEEE-1459. IEEE Standard Definitions for the Measurement of Electric Power Quantities Under Sinusoidal, Nonsinusoidal, Balanced, or Unbalanced Conditions. [S.l.], p. 1-50, 2010.

LESSA, C. Do Medo ao Apagão: Reconstruir a Nação! In: LESSA, Carlos (org.). O Brasil à luz do apagão. Rio de Janeiro: Palavra & Imagem, p. 11-36, 2001.

LOPEZ, R. A. Qualidade na Energia Elétrica: Efeitos dos distúrbios, diagnósticos e soluções. São Paulo: Artliber, 2013.

MEHL, E. L. M. Qualidade da energia elétrica. Universidade Federal Do Paraná – UFPR. p. 21, 2012.

OLIVEIRA, A. A Economia Real Existe! In: LESSA, C. (org.). O Brasil à luz do apagão. Rio de Janeiro: Palavra & Imagem, p. 199-225, 2001.

PIRES, I. A. Efeitos de harmônicos no sistema de distribuição e limites segundo as principais normas nacionais e internacionais – Parte III. O Setor Elétrico, p. 36, 2010.

PRODANOV, C. C.; DE FREITAS, E. C. Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico. 2ª edição. ed. Novo Hamburgo: FEEVALE, p. 277, 2013.

RIOS, F. S. R. et al. O Fator de Potência em Unidades Consumidoras Residenciais. Belo Horizonte. e-Xacta, 2014.

SANTOS, T. F. Caracterização de Harmônicos em Consumidores Residenciais. 2017. 57 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Ouro Preto, João Monlevade, 2017.

SCHNEIDER ELECTRIC. Qualidade de Energia Harmônicas. [S.l.]: [s.n.], 2003.

Processo de Avaliação por Pares: (*Blind Review* - Análise do Texto Anônimo)

Revista Científica Vozes dos Vales - UFVJM - Minas Gerais - Brasil

[www.ufvjm.edu.br/vozes](http://www.ufvjm.edu.br/vozes)

QUALIS/CAPES - LATINDEX: 22524

ISSN: 2238-6424