

Estudo de Mitigação de Harmônicos com a Otimização de Filtros Passivos Existentes - Estudo de Caso

Wiverton Nunes Silva * Sidelmo Magalhães Silva *
Igor Amariz Pires *

* Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica, Universidade
Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte - MG, CEP 31270-901
(e-mail: wivertonsilva@ufmg.br, sidelmo@ufmg.br, iap@ufmg.br).

Abstract: In accordance with the advancement of technology and the necessity to make the production process more competitive and within an adequate margin cost, It's been coming some requirements in industry that are speed variations in production process. Thus, frequency converters/inverters appear as a solution to equalize this problem, however the application of frequency converters in old industrial plants brings some inconveniences such as: increased harmonics in the system, reduced power factor and reduced voltage level on a permanent basis. Industrial plants usually already have a system to filter harmonics and correct the power factor of the installation at the coupling point (PAC), however it is necessary to reassess the system and propose some action to extend the useful life and application of the existing filter, thus reducing the mitigation costs. In this study, a real case of filtering system rearrangement and power factor correction of an installation will be presented.

Resumo: Com o avanço da tecnologia e necessidade de tornar o processo produtivo cada vez mais competitivo e dentro de uma margem de custo adequada, a variação de velocidade dos motores é cada vez mais necessária dentro das indústrias. Desta forma os inversores/conversores de frequência surgem como solução para equalizar este problema de variação de velocidade. Contudo a aplicação de conversores de frequência em plantas industriais antigas propicia alguns inconvenientes, tais como: aumento de harmônicos no sistema, redução do fator de potência e redução do nível de tensão em regime permanente. Plantas industriais geralmente já possuem um sistema para filtrar harmônicas e corrigir o fator de potência da instalação no ponto de acoplamento comum (PAC), porém, se faz necessário reavaliar o sistema e propor alguma ação para prolongar a vida útil e aplicação do filtro existente, reduzindo assim os custos de mitigação. Neste estudo será apresentando um caso real de otimização com rearranjo de sistema de filtragem e correção de fator de potência de uma instalação real

Keywords: Harmonic Filter; Harmonics; Power factor; Voltage; Harmonic Spectrum

Palavras-chaves: Filtro sintonizado; Harmônicas; Fator de potência; Tensão; Espectro Harmônico.

1. INTRODUÇÃO

O sistema elétrico de potência em uma planta industrial tem a principal função de fornecer energia elétrica para os equipamentos que compõem o seu processo produtivo. Para que este processo seja realizado da melhor maneira possível é extremamente importante que a energia elétrica seja fornecida dentro de parâmetros adequados de qualidade, conforme descreve, ANEEL (2020) e ONS (2019). Esta energia deve ser fornecida sem a grande contaminação de harmônicos que podem distorcer a forma de onda de corrente e tensão e desta maneira prejudicar os indicadores de qualidade de energia, em especial o fator de potência e o perfil de tensão.

Os principais indicadores de qualidade de energia elétrica discriminados na referência ANEEL (2020), para operação em regime permanente, são:

- Harmônicos;
- Flicker;
- Variação de tensão;
- Desequilíbrios de tensão;
- Inrush;
- Variação de frequência;
- Fator de potência.

A partir de 31 de dezembro de 2008, quando entrou em vigor a norma ANEEL (2020), referente a qualidade de energia, aprovada pela resolução normativa ANEEL n.º 345, onde os indicadores de qualidade de energia elétrica (QEE) foram estabelecidos para atendimento dos consumidores, distribuidores de energia, órgãos reguladores e demais agentes, a disseminação do conhecimento e estudos sobre os impactos dos efeitos dos problemas de qualidade de energia no sistema elétrico de potência tem crescido e com isso a implementação de medidas

mitigadoras deve ser conduzida pelos profissionais da área elétrica.

Diante do cenário apresentado, para reduzir os efeitos indesejados dos problemas relacionados a QEE, as indústrias recorrem a alguns equipamentos mitigadores disponíveis no mercado, dentre eles: filtros passivos, filtros ativos e aquisição de equipamentos não lineares, em especial inversores de frequência dentro das normas IEEE (2014), ONS (2019).

As indústrias, no caso especial a mineração, possuem em geral, um comportamento de carga chamado *flat*, onde não há grandes variações do perfil de consumo ao longo do dia e assim já possuem alguma solução mitigadora instalada para os indicadores de Qualidade de energia, e em especial, na subestação de fronteira com o PAC (ponto de acoplamento comum). Alguns estudos apontam na direção de solução híbrida, mesclando eletrônica de potência com elementos passivos, conforme apresentado por do Carmo Mouco (2011). Contudo em alguns consumidores, como planta de mineração, por já possuírem, as vezes, filtro passivo instalado, é necessário explorar o tema, avaliando a otimização do recurso já existente em razão da geração de conteúdo harmônico e correção de fator de potência. Sendo assim este trabalho tem como proposição avaliar, através de simulações e medições os impactos e benefícios da otimização do filtro existente aplicando 01 estágio de 6 MVar em uma Barra (A) e outro estágio de 2.56 MVar na Barra (B) em 13,8 kV.

A planta de mineração, analisada, tem como foco a produção de minério aurífero e está instalada desde 1985. A partir de 2010, o padrão de acionamento das cargas começou a mudar com a instalação de conversores de frequência, com foco em melhoria do controle produtivo, em virtude da facilidade de variação de velocidade dos motores de processo. Essas cargas são conhecidas como não lineares, pois distorcem a forma de onda de tensão e corrente, perdendo a característica de um comportamento senoidal, frequência fundamental. Essas componentes são chamadas de harmônicas e podem causar diversos problemas no sistema elétrico dentre eles, sobretensão, ressonância e torque pulsante em motores elétricos.

A planta de mineração está conectada na rede básica em 230 kV, onde há rebaixamento da tensão para uso industrial em 13,8 kV, através de 2 transformadores de 20/25 MVA, que operam alimentando cargas conectadas na barra A e barra B, com o disjuntor de interligação aberto. Este consumidor, devido a conexão com a rede de transmissão nacional, deve atender aos requisitos técnicos de qualidade de energia determinados pelo Operador Nacional do Sistema através da norma ONS (2019). Para uma melhor compreensão da instalação, o diagrama unifilar básico é apresentado na Figura 1

Após a realização de uma campanha de medição de qualidade de energia realizada, verificou-se um aumento no nível de penetração harmônica na instalação, redução do fator de potência com consequente redução do nível de tensão em regime permanente na barra B, sendo esta barra a que não possui filtro de harmônicos instalado.

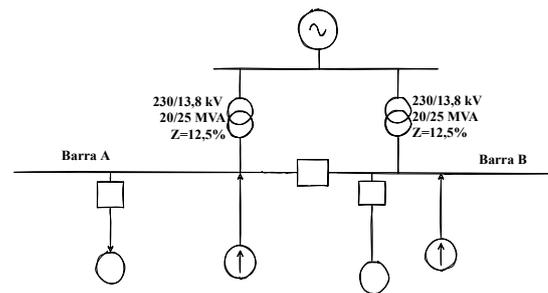


Fig. 1. Diagrama unifilar simplificado

A partir das medições de qualidade de energia, constatou-se que o principal problema percebido era que o fator de potência na barra B estava abaixo de 0,95i, não atendendo ao valor mínimo determinado pelo Operador Nacional do Sistema, para clientes conectados à rede básica. Além deste problema citado, foi possível perceber que o nível de distorção harmônica total de tensão estava acima dos valores recomendados pela norma, IEEE (2014) e ONS (2019), prejudicando os indicadores de qualidade de energia da planta e em especial na barra de 230 kV.

De forma a compreender este problema, investigou-se neste trabalho o motivo do baixo fator de potência, alto valor de distorção harmônica e suas fontes geradoras, visando propor possíveis soluções mitigadoras de acordo com a literatura Dugan (2012). Observou-se nestas medições que havia um desequilíbrio entre a distribuição das cargas entre os transformadores da planta, que poderiam contribuir para uma redução no fator de potência e nos valores de tensão nominal da barra B, já que esta operava sem a contribuição de reativo do filtro de harmônicas.

Este artigo apresenta os dados das fontes harmônicas, dados dos filtros existentes, dados dos equipamentos elétricos reais e como contribuição apresentará um estudo de caso real de aproveitamento de filtro de harmônicos existente para mitigar os problemas de qualidade de energia de uma planta industrial de forma distribuída entre as barras de 13,8 kV da subestação de conexão com a concessionária. .

Esse artigo está dividido em quatro seções. A Seção 2 apresenta o método proposto de para elaboração do trabalho e referência bibliográfica que subsidiaram as análises. Na Seção 3 são apresentados os resultados da aplicação da método proposto na planta industrial de mineração, destacando a aplicabilidade dentro do contexto de qualidade de energia. Por fim, são destacadas as considerações finais deste trabalho na Seção 4.

2. METODOLOGIA PROPOSTA

A seguir, são apresentadas os dados elétricos da instalação, espectro harmônico real dos conversores de frequência e uma pequena revisão sobre metodologia de cálculo de harmônicos e fator de potência, conforme procedimento ONS (2019).

2.1 Modelagem do Sistema Elétrico

A fonte de alimentação da planta industrial é através de uma conexão com a rede básica em 230 kV, com

rebaixamento para 13,8 kV realizado através de dois transformadores com potência de 20/25 MVA e impedância de 12%. Os dados de curto circuito podem ser vistos na tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros de Curto da Fonte

Descrição	Valor
ICC 3F 230 kV	11,26 kA
ICC 1F 230 kV	8,35 kA
ICC 3F 13,8 kV	12,97 kA
ICC 1F 13,8 kV	0,05 kA
F. Fundamental	60 Hz

2.2 Modelagem dos Conversores

Para este trabalho foi realizado um levantamento de todas as cargas que são acionadas por inversores de frequência e ou conversores, com intuito de entender a contribuição harmônica de cada fonte. A tabela A.1, do anexo 1, apresenta os modelos e principais características dos conversores levantadas em campo.

2.3 Espectro Harmônicos dos Conversores

Para ilustrar melhor o trabalho foi realizado o levantamento em catálogo para obter os dados de modelo e fabricante dos inversores e sua potência distribuídas entre as barras A e barra B, conforme mostrada na tabela A.1. A seguir é apresentado o espectro harmônico real dos conversores de 6 e 12 pulsos, em referência a norma IEEE (2021).

Tabela 2. Espectro harmônico de corrente para inversores / conversores de 6 pulsos

Ordem Harmônica	pu
1	1
5	0,1750
7	0,1100
11	0,0450
13	0,0290
17	0,0150
19	0,0100
23	0,0090
25	0,0080

Tabela 3. Espectro harmônico de corrente para inversores / conversores de 12 pulsos

Ordem Harmônica	pu
1	1
5	0,0260
7	0,0160
11	0,0450
13	0,0290
17	0,0020
19	0,0010
23	0,0090
25	0,008

2.4 Modelagem dos Filtros Existentes

Os filtros harmônicos existentes foram projetados, para drenar as componentes harmônicas provenientes do conversor CA/CC de 6 pulsos e possuem 02 estágios de potência reativa para manter o nível de fator de potência acima de 0,95i, contudo apenas o estágio de 6 MVar, está operacional. Os dados técnicos de placa destes filtros são

apresentados a seguir, conforme tabela 3, e o dimensionamento foi feito em projeto com premissas da referência Cogo (2008), sendo eles, do tipo *High Pass* 5^o harmônica, com sintonia na 4,7^a, 16,5 kV e fator de qualidade 2.

Tabela 4. Dados dos Filtros Sintonizados Existentes

Q(MVar)	Resist. Par. (Ω)	Reat. Par. (mH)	Admit.(pu)
6	20,17	5,69	0,024
2,56	45	12,8	0,057

2.5 Metodologia de Cálculo do de Fator de Potência e Distorção total harmônica

Os valores do estudo de caso serão checados sua eficácia com base da metodologia de cálculo apresentado em ANEEL (2020), Dugan (2012) e ONS (2019).

O Fator de Potência (λ) é uma unidade de medida relacionada ao índice de utilização de energia elétrica, ou seja, determina o percentual de energia ativa e reativa do sistema e pode ser calculado, de acordo com Dugan (2012) da seguinte maneira:

$$\lambda = \frac{(\frac{1}{T} \times (\int_0^T V_i(t) \times I_i(t) dt))}{(V_{rms} \times I_{rms})} \quad (1)$$

Onde,

λ : é o Fator de potência;

V_i = Tensão instantânea;

I_i = Corrente instantânea;

V_{rms} = Tensão média eficaz;

I_{rms} = Corrente Média eficaz;

T = Período.

Os conversores de frequência largamente aplicados nas indústrias, tem a característica de produzirem, teoricamente as harmônicas ao número de pulsos com amplitudes que decrescem na proporção inversa à ordem harmônica, e podem ser calculadas, conforme descrito por Dugan (2012).

$$h = k.p \pm 1 \quad (2)$$

$$a = \frac{1}{p} \quad (3)$$

Onde,

h = é a ordem harmônica;

k = são números inteiros 1, 2, 3, etc.;

p = é o número de pulsos do conversor (6, 12, 18, 24 ou 36);

a = é a amplitude teórica da corrente harmônica injetada pelo equipamento em pu.

Por definição a Distorção de Tensão Harmônica Individual – DTHI, é o valor obtido da relação percentual entre a tensão harmônica de ordem h, V_h , Cogo (2008) e a tensão na frequência fundamental, V_1 , ambas medidas em Volts, de acordo com ONS (2019) sendo expressa por:

$$DTHI_h = 100 \times \frac{V_h}{V_1}; \quad (4)$$

O indicador de limite de distorção harmônica de tensão DTHT – corresponde ao valor da raiz quadrada do somatório quadrático das DHTI de ordens de 2 a 50, de acordo com ONS (2019), expressa por:

$$DTHT(\%) = \sqrt{\sum DHTI_h^2} \quad (5)$$

Os valores de DHTI e DTHTS95%, obtidos nas simulações, deverão atender aos indicadores individuais e total de acordo com a norma ONS (2017).

2.6 Medições Realizadas Na Planta

As medições em campo foram feitas utilizando o analisador de energia da fabricante Fluke Modelo 435 executadas entre os dias 04 a 08 de fevereiro de 2021. A figura 2 apresenta o valor médio fase-fase da tensão na barra B, com valor médio de 13,5 kV.

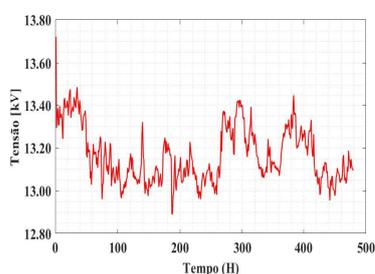


Fig. 2. Medição Tensão na Barra B

A figura 3 apresenta o valor médio de fator de potência na barra de 13,8 Kv, refletindo em um valor abaixo do recomendado pelo ONS (2019).

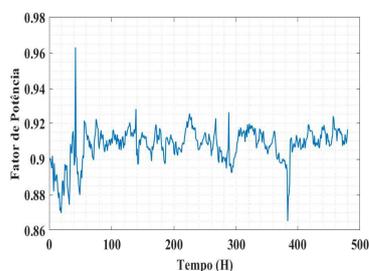


Fig. 3. Medição FP na Barra B

Os valores medidos de conteúdo harmônico da planta são apresentados a seguir na Figura 4 . Os valores de DTHT medido foi em torno de 5,5%.

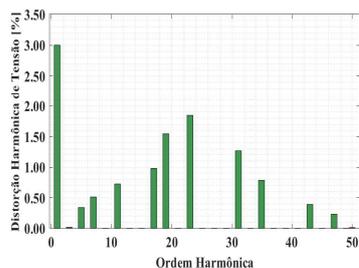


Fig. 4. Medição DTHT na Barra 230 kV

As potências das cargas são apresentadas abaixo:

Tabela 5. Potência Média das cargas

Barra A		Barra B	
Area	MW	Area	MW
SV3	2,8	Mina 2	0,7
Exaustão	2,8	Guincho 2	0,73
Guincho 1	1,3	TSA2	0,065
FH 6 MVar	0,2	Mina 1	0,75
TSA1	0,065	Mina 3	3,9
Metalurgia	5,8	Compressores	1,5
Refrigeração	1,9	Barragem	0,38
Total	14,87	Total	8,03

3. ESTUDO DE CASO

A seguir será apresentado um estudo de caso com 02 cenários, sendo o primeiro cenário com o foco em avaliar os impactos de redistribuir as cargas entre as barras para melhorar o fator de potência e o segundo cenário será a otimização do filtro existente, fazendo uma distribuição dos estágios entre as barras com foco em melhorar o fator de potência e reduzir a distorção harmônica total. Para simular estes cenários será utilizado o software, Electrical Transient Program (ETAP), através do módulo *Harmonic* que é específico para estudos de qualidade de energia.

3.1 Cenário 1- Redistribuição de Cargas entre as Barras

Descrição do Cenário 1- Foi simulado no software, ETAP, a solução possível de ser executada no local, de redistribuição de cargas entre as barras com o objetivo de melhorar o perfil de tensão e do fator de potência, de acordo com o mencionado por Kundur et al. (2004). Os dados das cargas foram simulados conforme tabela 6.

Tabela 6. Redistribuição de Cargas

Barra A		Barra B	
Área	MW	Área	MW
Compressor	1,5	Mina 2	0,7
Exaustão	2,8	Guincho 2	0,73
Guincho 1	1,3	TSA2	0,065
FH 6 MVar	0,2	Mina 1	0,75
TSA1	0,065	Mina 3	3,9
Metalurgia	5,8	SV3	2,8
Refrigeração	1,9	Barragem	0,38
Total	13,57	Total	9,33

3.2 Cenário 1- Resultados

• Variação de tensão na Barra

Nota-se que com a redistribuição de carga entre as barras A e B o perfil de tensão obteve uma melhora significativa, passando para uma média de 13,8 kV em face a tensão demonstrada na figura 2.

• Fator de Potência

O fator de potência não apresentou melhora em relação a medição mostrada na figura 3, mantendo-se próximo a 0,92 ind. Este fato ocorre, em razão de não ter sido introduzido ao sistema, potência reativa capacitiva para compensar a potência indutiva.

• Distorção harmônica total na Barra de 230 kV

As medições de harmônicos, realizados na barra, não apresentam evolução, pois nesta barra não há nenhum elemento de mitigação para reduzir o conteúdo harmônico instalado. Nota-se que mesmo redistribuindo as cargas,

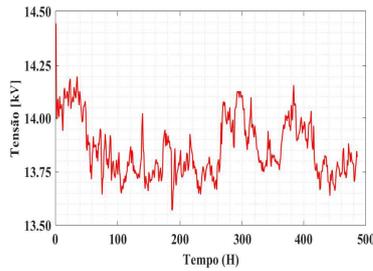


Fig. 5. Medição Tensão na Barra B, após Redistribuição de Cargas

as maiores fontes contribuintes de harmônicos ainda permanecem conectadas a barra apresentando um valor de DTHT de 3,8%.

A forma de onda gerada na simulação pode ser vista, conforme figura 6. Percebe-se que há uma forte influência de componentes de 5^a/7^a 11^a/12^a ordem na barra em virtude dos acionamentos dos motores via inversor de frequência e pela falta de filtragem harmônica.

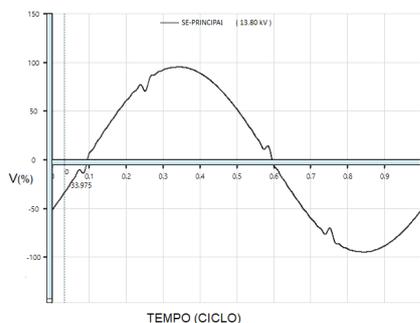


Fig. 6. Forma Onda Gerada na Simulação

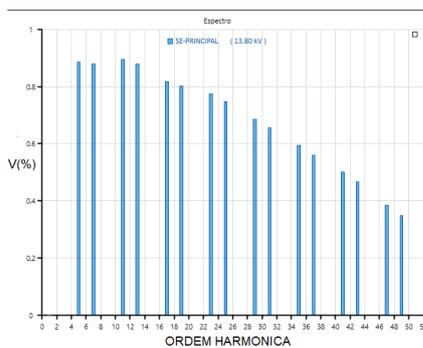


Fig. 7. Espectro Harmônico Gerado na Simulação

Tabela 7. Resultado da Simulação- Cenário 1

TAG	kV	MVA	DTHT	Icc-kA	cos ϕ
Principal	228	26	3,003%	12.6	0.83
Principal Barra A	14,1	16	4,8%	11.4	0.80
Principal Barra B	13,75	10	17,1%	8.5	0.86
QD_Planta	13,45	6	4,7%	10.7	0.79
SV2/SV4	13,43	5	4,8%	10.9	0.81
SV3	13,43	2,5	6,2%	7.6	0.80
MINA	13,6	8	17,3%	5.9	0.88
REFRIGERAÇÃO	13,4	2	4,8%	11.2	0.79
Guincho	13,45	2,4	4,8%	11	0.80
Barragem	13,45	0,7	5,5%	7.9	0,86

3.3 Cenário 2-Otimização dos Filtros Existentes-Aplicação distribuída entre barras

Descrição do Cenário 2- Foi simulado no software, ETAP, Módulo *harmonics* além da, redistribuição de cargas entre as barras, a separação dos estágios dos filtros e instalação na barra B do 1^o estágio do filtro de capacidade de 2.56 MVar de potência reativa, fazendo uma compensação distribuída, otimizando o recurso já existente na planta. O diagrama unifilar simplificado simulado, foi conforme abaixo:

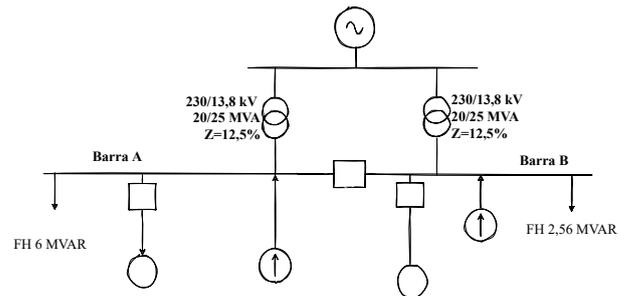


Fig. 8. Diagrama Unifilar Simplificado com 2 filtros

3.4 Cenário 2- Resultados

• Variação de tensão na Barra

Nota-se que o perfil de tensão simulado para a operar na barra B é semelhante ao apresentado na figura 5 , próximo de 13,8 kV e com redução significativa de conteúdo harmônico, conforme visto pode ser visto na figura 10.

• Fator de Potência Com a inserção do filtro de harmônico com injeção de reativo capacitivo no sistema, em torno de 2,5 MVar,o fator de potência saiu de 0.92i e foi de 0.96i na barra de 230 kV, conforme apresentado na tabela 8.

• Distorção harmônica total na barra de 230 kV

Verifica-se que em virtude da redistribuição de cargas associada com o rearranjo do filtro de harmônicas, obteve uma redução no nível total de distorção harmônica de tensão- DTHT (%) na barra de 230 kV de 3,08% para 1,08% com conseqüente melhora no fator no fator de potência, resultados apresentados na tabela 8 e figura 9 e figura 10

Tabela 8. Resultado da Simulação- Cenário 2

TAG	kV	MVA	DTHT -	Icc - kA	cos ϕ
Principal	228	26	1,079%	12.6	0.96
Principal Barra A	14.04	16	2.2%	11.4	0.97
Principal Barra B	13,9	10	17.1%	8.5	0.95
QD_Planta	14.02	6	2.5%	10.7	0.79
SV2/SV4	14.02	5	2.6%	10.9	0.81
SV3	13,84	2,5	6.2%	7.6	0.80
MINA	13,78	8	17.9%	5.9	0.88
REFRIGERAÇÃO	14.02	2	2.5%	11.2	0.81
Guincho	14.01	2,4	2.5%	11	0.80
Barragem	13,78	0,7	5.7%	7.9	0,86

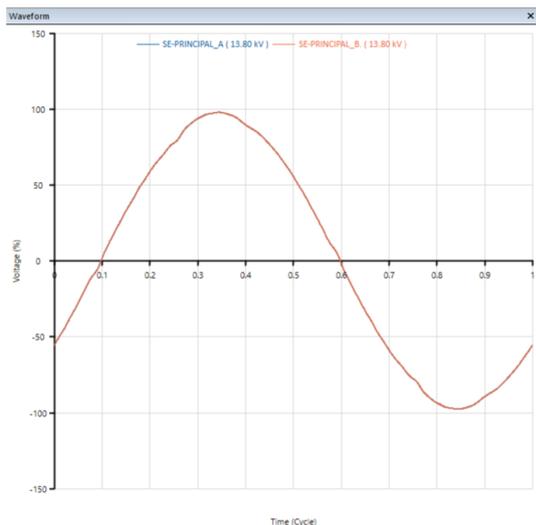


Fig. 9. Perfil de Tensão no ETAP após a solução ser implementada

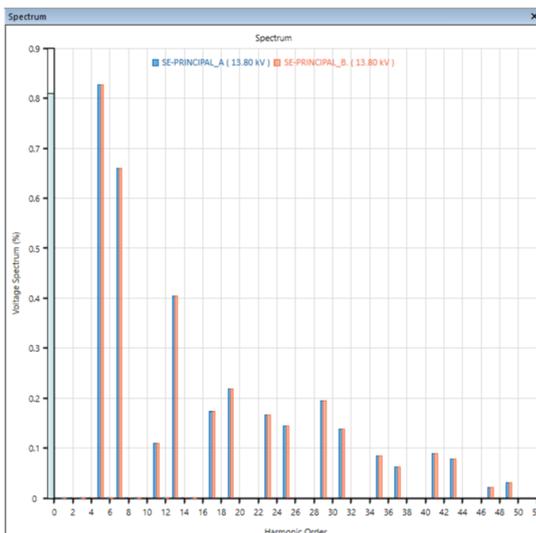


Fig. 10. Espectro Harmônico simulado no ETAP após a solução ser implementada

4. CONCLUSÃO

Com a crescente utilização de conversores de frequência para acionamento de cargas com variação de velocidade em indústrias, sejam e em especial a de mineração que necessita ter um processo produtivo altamente variável de acordo com a disponibilidade do minério para processar, os indicadores de qualidade de energia devem ser atendidos em qualquer uma das circunstâncias de operação, em carga leve, média ou pesada, para não gerar ruídos na rede e assim ter alguma perda por variação de tensão ou fator de potência, aumentando as perdas da rede e não atendendo as diretrizes da ANEEL e do ONS. Mediante os resultados obtidos podemos concluir que havia uma distorção harmônica total na tensão, na barra de 230 kV no valor de **3,03%**, o fator de potência era de **0,83 ind.** e após a solução implementada, com o rearranjo dos filtros harmônicos existentes consoante com a redistribuição de cargas entre a barras, conseguimos reduzir o nível total de

distorção harmônica na tensão no ponto de acoplamento com a rede básica, para **1,08%** e o fator de potência foi elevado para **0,96i**, atendendo ao critério do Operador Nacional do Sistema, e como resultado secundário é possível uma melhora no perfil de tensão. Os filtros projetados com elementos passivos, ainda são uma solução de boa relação entre custo-benefício para as indústrias que possuem uma carga que tem penetração harmônica, e possuem um perfil de carga *flat*. Nas indústrias que já possuem filtros de harmônicos com elementos passivos, estudos de repotenciamento ou rearranjo da estrutura podem ser aplicados de forma a reduzir o custo e atender aos requisitos das normas da ANEEL e ONS.

REFERENCES

- ANEEL (2020). Procedimentos de distribuição de energia elétrica no sistema elétrico nacional – prodist - módulo 8. Technical report, ANEEL.
- Cogo, J. Roberto e Siqueira Filho, J.B. (2008). *Capacitores de Potência e Filtros de Harmônicos*, volume 1. Editora Ciência Moderna.
- do Carmo Mouco, A. (2011). *Um Filtro Híbrido de Potência para Conexão em Redes Elétricas*. Master's thesis, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Dugan, R.C. (2012). *Electrical Power Systems Quality*, volume 3. USA: McGraw-Hill.
- IEEE (2014). Ieee recommended practice and requirements for harmonic control in electric power systems. *IEEE Std 519-2014 (Revision of IEEE Std 519-1992)*, 1–29. doi:10.1109/IEEESTD.2014.6826459.
- IEEE (2021). Ieee guide for the application and specification of harmonic filters - redline. *IEEE Std 1531-2020 (Revision of IEEE Std 1531-2003) - Redline*, 1–127.
- Kundur, P., Paserba, J., Ajarapu, V., Andersson, G., Bose, A., Canizares, C., Hatziargyriou, N., Hill, D., Stankovic, A., Taylor, C., Van Cutsem, T., and Vittal, V. (2004). Definition and classification of power system stability ieeecigre joint task force on stability terms and definitions. *IEEE Transactions on Power Systems*, 19(3), 1387–1401. doi:10.1109/TPWRS.2004.825981.
- ONS (2017). Requisitos mínimos para subestações e seus equipamentos submódulo 2.3 6. Technical report, ONS.
- ONS (2019). Requisitos técnicos mínimos para a conexão às instalações de transmissão, revisão 2019 - submódulo 3.6. Technical report, ONS.

Appendix A. DADOS TÉCNICOS MOTORES E CONVERSORES

Tabela A.1. Dados Motores e conversores da Planta

Painel	Tensão (kV)	Potência	Modelo	Fabricante	Espectro Harmônico
BN01	0.46	250 CV	ACS800	ABB	6 pulsos
BN01	0.46	250 CV	ACS800	ABB	6 pulsos
MC-E482-01	0.44	60 CV	CFW 88A WEG	WEG	6 pulsos
MC-E482-01	0.44	60 CV	CFW 88A WEG	WEG	6 pulsos
0497-SE-01	0.46	200 CV	ACS800-04	ABB	6 pulsos
0497-SE-01	0.46	200 CV	ACS800-04	ABB	6 pulsos
0497-SE-01	0.46	400 CV	ACS800-04	ABB	6 pulsos
0497-SE-01	0.46	400 CV	ACS800-04	ABB	6 pulsos
M21	0.44	300 CV	aquadrive FC 202	DANFOSS	6 pulsos
M22	0.44	300 CV	aquadrive FC 202	DANFOSS	6 pulsos
M23	0.44	300 CV	aquadrive FC 202	DANFOSS	6 pulsos
M31	0.44	350 CV	MICROMASTER	SIEMENS	6 pulsos
M32	0.44	350 CV	MICROMASTER	SIEMENS	6 pulsos
M41	0.44	125 CV	MICROMASTER	SIEMENS	6 pulsos
M42	0.44	125 CV	MICROMASTER	SIEMENS	6 pulsos
452-QF-01	0.69	1600 CV	G150	SIEMENS	12 pulsos
452-QF-01	0.69	1600 CV	G150	SIEMENS	12 pulsos
452-QF-01	0.69	1600 CV	G150	SIEMENS	12 pulsos
GP 01	0.46	1400 kW	P80 pec	GE	12 pulsos
452-QF-05	0.46	1200 kW	CFW11	WEG	12 pulsos
452-QF-05	0.46	1200 kW	CFW11	WEG	12 pulsos
GS 01	0.46	746 kW	P80-pec	GE	12 pulsos
451-QD-001	0.69	1000 CV	MV3000	ALSTOM	12 pulsos
451-QD-001	0.69	1000 CV	MV3000	ALSTOM	12 pulsos
451-QD-001	0.69	1000 CV	MV3000	ALSTOM	12 pulsos