



University of  
Texas Libraries



e-revist@s



Centro Universitário Santo Agostinho

# revistafsa

[www4.fsnet.com.br/revista](http://www4.fsnet.com.br/revista)

Rev. FSA, Teresina, v. 19, n. 11, art. 15, p. 298-318, nov. 2022

ISSN Impresso: 1806-6356 ISSN Eletrônico: 2317-2983

<http://dx.doi.org/10.12819/2022.19.11.15>

DOAJ DIRECTORY OF  
OPEN ACCESS  
JOURNALS

WZB  
Wissenschaftszentrum Berlin  
für Sozialforschung



## Análise da Qualidade de Energia em uma Indústria de Pneumáticos

### Analysis of Power Quality in a Pneumatic Industry

#### **Bruno Antônio Correia da Rocha**

Graduação em Engenharia de Controle e Automação pela Universidade Gama Filho

Mestrado MPMI pela Universidade Federal Fluminense

E-mail: [b\\_rocha@id.uff.br](mailto:b_rocha@id.uff.br)

#### **Ana Regina Meneses e Silva Becker**

Mestrado PPGEET pela Universidade Federal Fluminense

Graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal Fluminense

E-mail: [anarmsb@id.uff.br](mailto:anarmsb@id.uff.br)

#### **Michel Kobbi de Magalhães**

Mestrado PPGEET pela Universidade Federal Fluminense

Graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro

E-mail: [michel\\_kobbi@id.uff.br](mailto:michel_kobbi@id.uff.br)

#### **Marcio Zamboti Fortes**

Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade de São Paulo

Prof. Associado III da Universidade Federal Fluminense

E-mail: [mzamboti@id.uff.br](mailto:mzamboti@id.uff.br)

#### **Endereço: Bruno Antônio Correia da Rocha**

Universidade Federal de Lavras - Aqueça Sol, CEP:  
37200-900, Lavras/MG, Brasil.

#### **Endereço: Ana Regina Meneses e Silva Becker**

Universidade do Estado de Minas Gerais/Unidade  
Cláudio - Rodovia MG 260 33, CEP: 35530-000,  
Cláudio/MG, Brasil.

#### **Endereço: Michel Kobbi de Magalhães**

Universidade Federal de Lavras - Aqueça Sol, CEP:  
37200-900, Lavras/MG, Brasil.

#### **Endereço: Marcio Zamboti Fortes**

Universidade do Estado de Minas Gerais/Unidade  
Cláudio - Rodovia MG 260 33, CEP: 35530-000,  
Cláudio/MG, Brasil.

**Editor-Chefe: Dr. Tonny Kerley de Alencar  
Rodrigues**

**Artigo recebido em 01/10/2022. Última versão  
recebida em 13/10/2022. Aprovado em 14/10/2022.**

**Avaliado pelo sistema Triple Review: a) Desk Review  
pelo Editor-Chefe; e b) Double Blind Review  
(avaliação cega por dois avaliadores da área).**

**Revisão: Gramatical, Normativa e de Formatação**



## RESUMO

As inúmeras pesquisas e estudos sobre a Qualidade de Energia mostram que a grande parte dos usuários finais tem conhecimento limitado sobre identificação e seu possível impacto nos equipamentos e nas instalações. Mesmo quando sistemas de monitoramento de qualidade de energia estão aplicados, os usuários finais têm dificuldades para compreender, analisar e tomar ações baseadas nessas medições. Esse assunto ganha importância no setor industrial, quando grandes fábricas notam que a qualidade de energia tem impacto substancial na produção tanto no processo, quanto na vida dos equipamentos. O presente trabalho teve o objetivo de analisar e discutir sobre as variações de tensão de curta duração (VTCD) no que tange à qualidade de energia elétrica de uma subestação de entrada da uma indústria do setor pneumático usando base de dados de um sistema real. Utilizou-se a curva CBEMA como critério de avaliação e os resultados obtidos analisados pela ferramenta Excel. Pode-se observar que devido ao curto período de estudo e os eventos apresentados serem majoritariamente de origem externa, possibilitou uma análise quantitativa dos eventos de afundamento, transiente e interrupções. Com essa análise, é possível mitigar soluções mais ajustadas para cada tipo de problema.

**Palavras-chave:** Qualidade de Energia. Monitoramento. Consumidor Industrial. VTCD.

## ABSTRACT

Numerous research and studies on Power Quality show that most end users have limited knowledge about identification and its possible impact on equipment and facilities. Even when power quality monitoring systems are applied, end users struggle to understand, analyze, and take actions based on these measurements. This issue gains importance in the industrial sector, when large factories notice that power quality has a impact on production both in the process and in the life of the equipment. The present paper aimed to analyze and discuss the Short-Duration Voltage Variations (SDVV) regarding the quality of electrical energy of an input substation of an industry in the pneumatic sector using a database of a real system. The CBEMA curve was used as an evaluation criterion and the results obtained were analyzed by the Excel tool. One can observed that due to the short study period and the events presented being most of all comes from outside, allowed a quantitative analysis of the SAG, transient and interruptions. This analysis is possible to mitigate more set up solutions for each type of problem.

**Keywords:** Power Quality. Monitoring. Industrial Consumer. SDVV.

## 1 INTRODUÇÃO

A influência da qualidade de energia elétrica é analisada pela unidade consumidora, pela empresa distribuidora e, em alguns casos, pela transmissora de energia elétrica. No caso da operação de usuários industriais, pode ser acompanhada da inserção de perturbações significativas na rede de fornecimento de energia na forma de flutuações de tensão, desequilíbrio, quedas e aumentos de tensão que podem significar em redução na qualidade da energia fornecida aos consumidores conectados na rede. Os indicadores de qualidade podem ser primários ou secundários, depende do local que esses eventos ocorrem (VATRA; POSTOLACHE; POIDA, 2013).

Distúrbios, oriundos de qualquer natureza na rede de fornecimento de energia, podem ocasionar quedas e/ou interrupção dependendo da estrutura da rede. Por exemplo: Um incidente nas instalações de uma fábrica ou consumidor pode levar a um transitório que afetaria todos os consumidores conectados nos mesmos pontos de alimentação (DROVTAR, 2012) (STANESCU, 2007).

Os indicadores primários de qualidade (variações de frequência de fornecimento de energia, variações de tensão, quedas, falhas de energia, surtos temporários e transitórios) são dados pela produção, transporte e distribuição de energia elétrica. Indicadores secundários (harmônicos, flicker e desequilíbrios) são dados pela operação disruptiva dos consumidores industriais (NICOLA, 2016).

## 2 REFERÊNCIA TEÓRICA

O questionamento sobre a QEE – Qualidade da Energia Elétrica – vem aumentando a cada dia. Profissionais do setor elétrico, tanto do lado das concessionárias, quanto dos consumidores, tentam esboçar os limites das responsabilidades de cada parte. Pode-se dizer que a Energia Elétrica de boa qualidade é aquela que permite ao consumidor operar sua instalação com a máxima eficiência. Isso significa que uma determinada indústria deve operar com energia ininterrupta e livre de qualquer distúrbio que possa afetar sua produção. (CAMARGO; ZANETTI; MARTINZ; SILVEIRA, 2003).

Estudos mostram que problemas na qualidade da energia elétrica geram grandes prejuízos para a indústria (KAGAN, 2009), (MAIA, 2011) e (SALIM *et al.* 2014). Alguns exemplos são citados:

- EUA: US\$50 bilhões por ano foram gastos como resultado de interrupções por qualidade de energia;
- Vale do Silício - Califórnia EUA: “uma empresa fabricante perdeu mais de US\$3 milhões em um único dia”;
- Indústria de papel: Um afundamento de tensão pode levar a perda de um dia inteiro de produção – US\$250.000;
- Indústria de alimentos e bebidas: o custo típico de afundamento é de US\$87.000/ano.
- DuPont: Economizou US\$75 milhões/ano implementado solução de qualidade de energia.
- Indústria automotiva: Interrupções momentâneas custam em torno de US\$10 milhões/ano

Historicamente, o Brasil foi um dos pioneiros a desenvolver trabalhos na área de qualidade da energia elétrica juntamente com a França e a Inglaterra nas décadas de 70 e 80. Este impulso deveu-se a grandes projetos, como por exemplo, a “Ferrovia Carajás” e “Sistema de Transmissão de Itaipu”, resultando na formação de grupos técnicos encarregados de solucionar os desafios que apareceram ao longo desses projetos (CARVALHO, 1997).

Os gestores de grandes indústrias começaram a discutir sobre qualidade, produtividade, qualidade total, gestão por processo e manutenção enxuta (C. T. T. DUARTE, *et.al* 2016).

Seguindo esse caminho, houve a necessidade de conhecimento do uso da energia para se ter um melhor controle de sua qualidade. A unidade industrial estudada viu a necessidade da implantação de um sistema integrado de gerenciamento de energia, capaz de fazer o monitoramento da energia em toda a fábrica em tempo real.

Com esse sistema, é possível fazer análises de consumo em tempo real, relatórios de eventos ao longo tempo, monitorar cada subestação dentro da planta e verificar toda a parte da qualidade de energia.

Para o presente trabalho, realizou-se a avaliação da qualidade de energia de uma subestação de entrada de um grande consumidor industrial.

A empresa referenciada no presente estudo tem sua principal linha de produção os pneumáticos PL, pneumáticos para veículos de carga leves. A principal fonte de energia para o funcionamento dos equipamentos é a eletricidade, essa chega da concessionária por uma subestação principal (SE P1) com 138 kV (figura 1) e sendo assim distribuída na planta da empresa para as subestações secundárias em 13,8 kV, sendo um total de 21 subestações distribuídas.

**Figura 1 – Intensidade de Energia na Planta**



Atualmente, com a evolução do conhecimento do uso de energia, é possível observar o mapa de intensidade do uso através de software de monitoramento. Para análise, têm-se instalados 22 dispositivos que fazem esse monitoramento de energia, tendo os principais pontos de distribuição e cargas sensíveis, cujas características são: antecipar, diagnosticar e verificar aumentando assim a eficiência, revelando ineficiências ou desperdícios de energia. Assim como manutenção de equipamentos que impactam no processo produtivo.

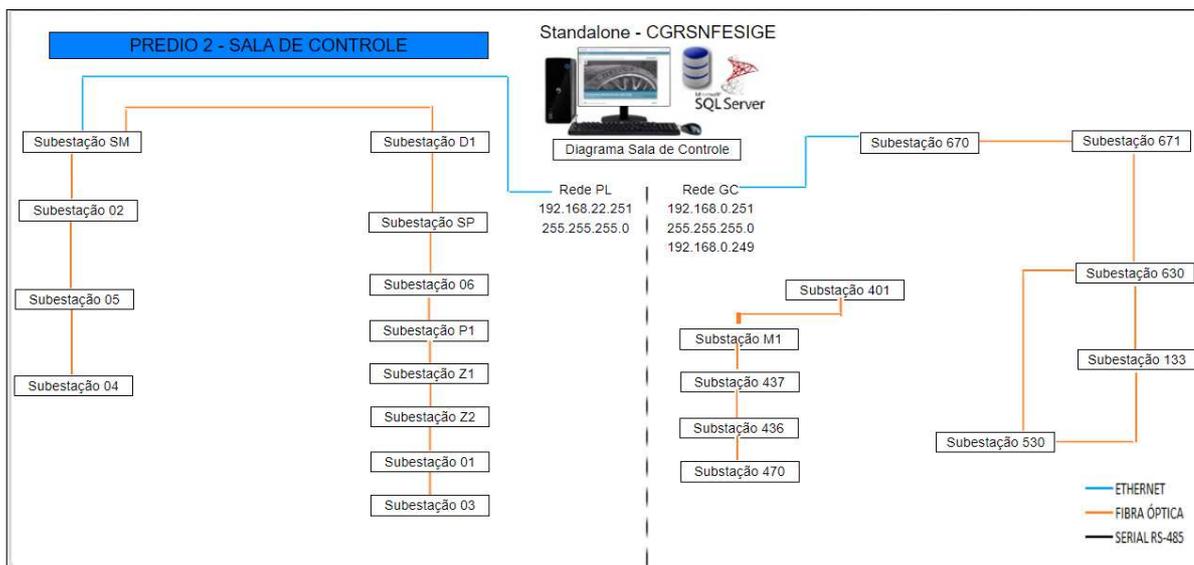
Nesse tipo de análise, é feita uma comparação sempre com o mês anterior, sendo possível saber onde o uso de energia está mais intenso. Nesta figura, as cores azul e verde significam baixo consumo de energia, as cores amarela e laranja um consumo médio e a cor vermelha um alto consumo de energia.

Os dados coletados são extraídos dos medidores e enviados para o *Power Monitoring Expert* (PME) que é um sistema supervisor, sendo possível explorar seus dados.

O PME é um aplicativo de software local cliente-servidor que coleta dados de monitoramento de energia através de uma rede de dispositivos conectados. Os dados de monitoramento de energia são processados e armazenados usando a Microsoft SQL Server e pode ser acessado por usuários em uma variedade de formatos através de diferentes interfaces de usuário.

Os monitores trabalham em rede sendo interligados por fibra óptica e tendo seus dados disponibilizados via web, alguns PLCs também ajudam na coleta de dados, funcionando como concentradores de informações.

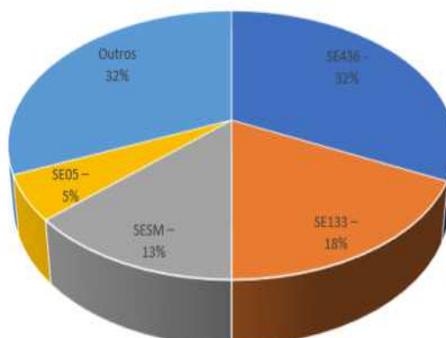
Figura 2 – Rede de Comunicação



Com uso deste monitoramento, podemos saber quais são as cargas mais impactantes na fábrica e quais são suas respectivas subestações. A carga total média observada (figura 3) durante o estudo ficou em 28.000 kW, SE436 - 9000 KW, correspondendo a 32% do consumo da fábrica, SE133 – 5000 KW correspondendo a 18%, SESM – 3705 KW correspondendo a 13% e SE05. – 1500 KW correspondendo a 5%, possível identificar no gráfico.

O presente artigo foi dividido nas seguintes partes, para melhor apresentação deste estudo: metodologia utilizada, medições, análise das medições e conclusão/discussões.

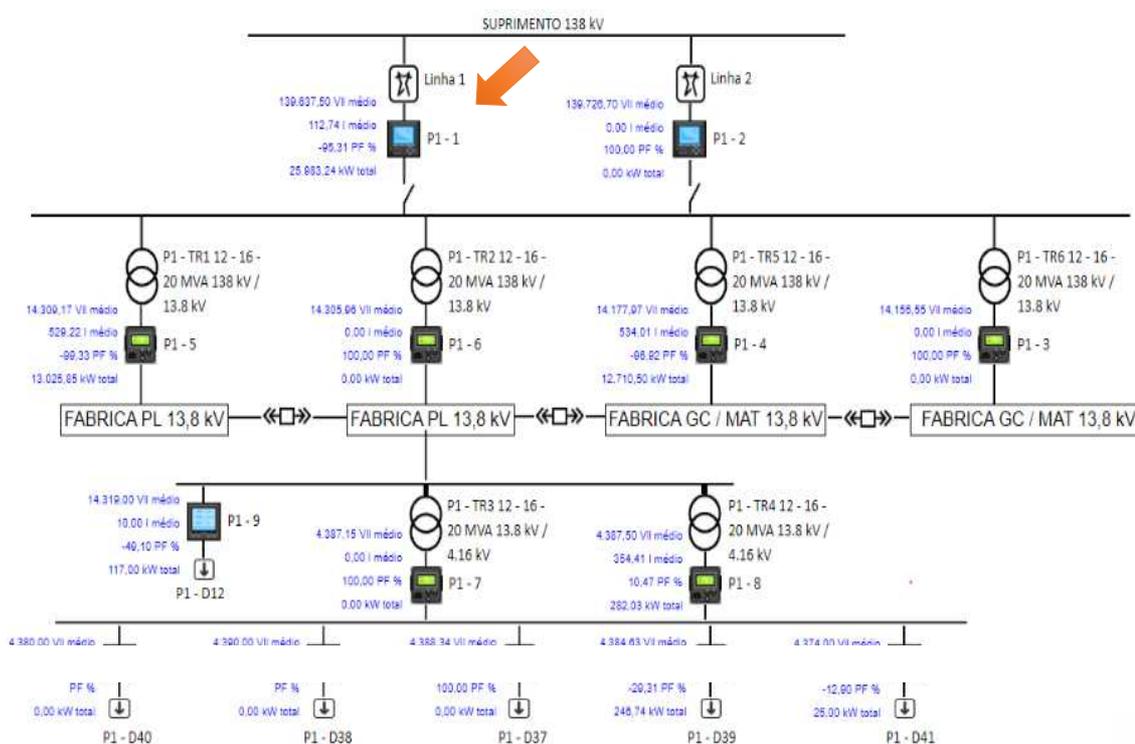
Figura 3 – Gráfico das Cargas



### 3 METODOLOGIA

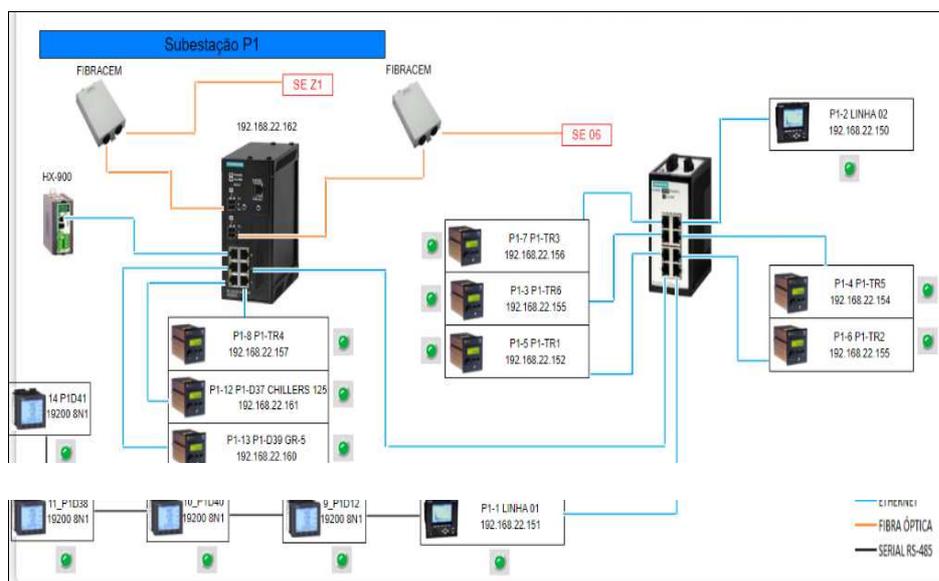
Realizou-se a coleta de dados do período de janeiro a maio de 2022, na subestação SE P1 de entrada da unidade fabril. A rede é composta pela L1 e pela L2 (*standby*). O aparelho analisado P1-1 localizado a montante da linha L1 do barramento 138kV, como mostrado na figura.

**Figura 4 – Diagrama Unifilar**



Os dados são recuperados usando o PME, sendo necessário acessar o servidor via web, navegando na aba de relatórios, selecionando a subestação desejada. Dentro da subestação são colocados os parâmetros desejados, tais como intervalo de incidente, período do relatório, curva CBMEA, valores máx./min, entre outros. Por estas técnicas, visa-se ao monitoramento de um sistema elétrico, a fim de detectar e localizar no tempo, vindo posteriormente a classificar os distúrbios relacionados às VTCDs.

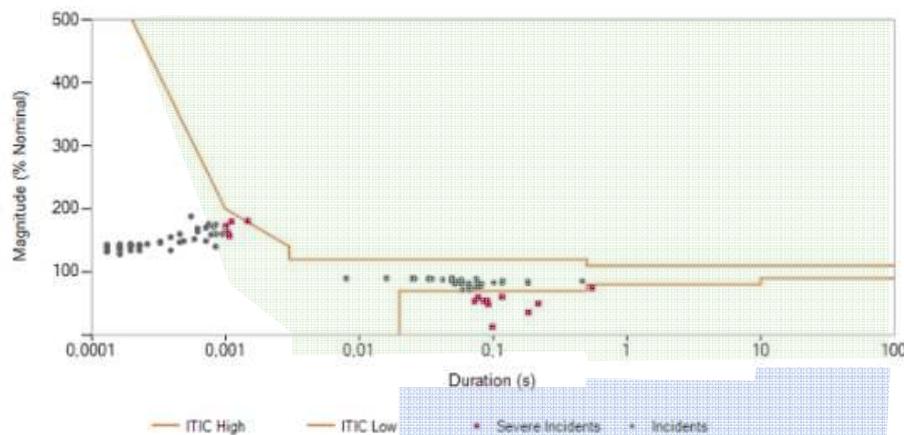
Figura 5 – Diagrama rede até o servidor



Durante esse período, ocorreram alguns distúrbios que foram registrados pelos dispositivos e assim enviados ao PME, nos registros foram encontrados **414 distúrbios, 139 eventos**.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 6 apresenta a curva CBEMA do sistema elétrico. A Indústria da Tecnologia da Informação (ITI), anteriormente conhecida como Associação dos Fabricantes de Equipamentos de Computação (CBEMA), publicou uma nota técnica na qual era mostrada uma curva de tolerância para os equipamentos fabricados pelos integrantes da ITI. Embora a curva assuma que os equipamentos da ITI são ligados em sistemas cuja tensão fase-neutro é 120Vca, a mesma vem sendo utilizada de forma generalizada como uma curva de tolerância típica de equipamentos microprocessados. A curva definida no plano tensão por tempo áreas: uma área superior onde se encontram os eventos que podem danificar os equipamentos e uma área inferior onde se encontram os eventos que podem afetar o funcionamento normal dos equipamentos e área central onde ocorre o funcionamento normal. Sendo assim, a empresa em estudo adotou a Curva CBEMA como referência para análise de eventos de QEE em seus equipamentos, o que possibilita avaliar se os eventos gerados pelas VTCDs geram grandes impactos através da magnitude e a duração.

**Figura 6 – Curva CBEMA do Sistema Elétrico**

Pode-se observar que no período estudado houve alguns eventos considerados como críticos, como ilustrado na região azul da figura 6. Essa região do gráfico mostra que esses distúrbios podem causar funcionamento inadequado de equipamentos e até desligamento deles por afundamento de tensão. Outro evento observado ultrapassou os limites da região rosa, o que pode ocasionar depreciação dos equipamentos por elevação de tensão. Como dentro dessa indústria o índice de equipamentos eletrônicos é elevado, pois possui equipamentos como: (controladores programáveis, servidores, inversores, rack de switches etc.), faz-se necessário esse acompanhamento.

Dentro desse contexto, é possível verificar na tabela 1 a quantidade de quais são os maiores distúrbios dentro dessa empresa.

**Tabela 1 – Dados dos Distúrbios**

Tipos de Distúrbios	Quantidade
<b>Transiente</b>	276
<b>Afundamento</b>	135
<b>Elevação de tensão</b>	0
<b>Interrupções</b>	3

Fonte: Autor

Observamos que a companhia sofre com mais frequência os eventos de transiente e afundamento. No período de estudo, não foi observado o evento de elevação de tensão e apenas 3 interrupções programadas.

Essas interrupções programadas são necessárias para que se possa realizar a manutenção das subestações, o corte da energia é feito na entrada da subestação principal.

## I – Medições

A configuração do PME faz a extração dos dados já separando os eventos mais impactantes. No presente estudo, foram detectados os seguintes distúrbios críticos.

Tabela 2 – Distúrbios Críticos

Tipo	Fase	Duração (s)	Magnitude (%)
Sag	V1	0,184	35,61
Transiente	V2	0,001465	181
Sag	V2	0,55	74,55
Sag	V3	0,092	48,73
Sag	V1	0,09	54,2
Sag	V3	0,117	60,39
Sag	V2	0,218	49,83
Transiente	V1	0,001009	173
Transiente	V2	0,001074	157
Interrupção	V1	38.352,61	0
Sag	V1	0,099	12,58
Sag	V1	0,073	53,52
Sag	V3	0,085	53,77
Sag	V1	0,077	59,24
Transiente	V3	0,001107	180
Interrupção	V1	9.109,08	0
Transiente	V2	0,001042	162

Fonte: Autor

## II – Análise dos dados

Fazendo um filtro nos dados coletados, esse estudo irá utilizar os 2 distúrbios que registraram a maior duração e maior magnitude e comentar sobre estes destacados, analisando-se seus gráficos.

Vale destacar que o afundamento (SAG) e transientes foram os distúrbios mais impactantes durante este período.

O Afundamento é definido como o evento em que o valor eficaz da tensão é superior ou igual a 0,1 e inferior a 0,9 pu da tensão nominal, com duração superior ou igual a um ciclo (16,67 ms) e inferior ou igual a 3 (três) segundos.

Os transientes ocorrem repentinamente através de uma rápida alteração de tensão (ou corrente) em relação às condições de operação de regime permanente com uma única polaridade. Devido à sua rapidez, estes eventos normalmente são absorvidos por componentes

do circuito e não se propagam muito além da fonte geradora, o que explica as alterações de sua característica de um local para outro. Entretanto, estes distúrbios podem excitar os circuitos ressonantes do sistema de energia para produzir outro tipo de transiente: os oscilatórios.

#### 4.1 Afundamento (SAG)

Aplicando um zoom em nossos dados, foi reduzido a um evento de afundamento. De acordo com a curva CBEMA da figura 8, foi detectado esse evento no dia 13/02/22, às 11:05h e sua duração foi de 0,550s, com a magnitude de 74,55%, o que faz entrar na zona de possível mau funcionamento dos equipamentos instalados nessa indústria. O distúrbio registrado como ocorrência da fase V2.

Um ponto a destacar nesse distúrbio é sua origem, no gráfico é possível observar a direção (*Upstream* – Distúrbio vindo de fora, *Downstream* - Distúrbio vindo de dentro e *Undetermined* – Não é possível identificar a origem do distúrbio), no caso citado indica um distúrbio vindo de fora para dentro, ou seja, provocado pela concessionária.

**Figura 7 – Curva CBEMA 1 evento de afundamento**



Analisando o gráfico de tensão da figura 8, no momento do evento, é possível verificar que mesmo sendo detectado o distúrbio na V2, é possível notar o afundamento nas fases V1 e V3. A tensão de referência passa de aproximadamente 80.000V para aproximadamente 60.000V, é possível notar um pequeno desequilíbrio sobre a V1, com tempo de duração de

0,55s temos um total de 30 ciclos de 60 Hz e podendo, sim, impactar nos equipamentos desta fábrica.

**Figura 8 – Forma de Onda de Tensão**



Ainda analisando o mesmo evento, observa-se nos gráficos das figuras 9 e 10 a identificação das duas formas de onda, tanto para tensão quanto para corrente nas 3 fases, durante seu respectivo tempo de afundamento de tensão.

**Figura 9 – Formas de onda de tensão/corrente V1**



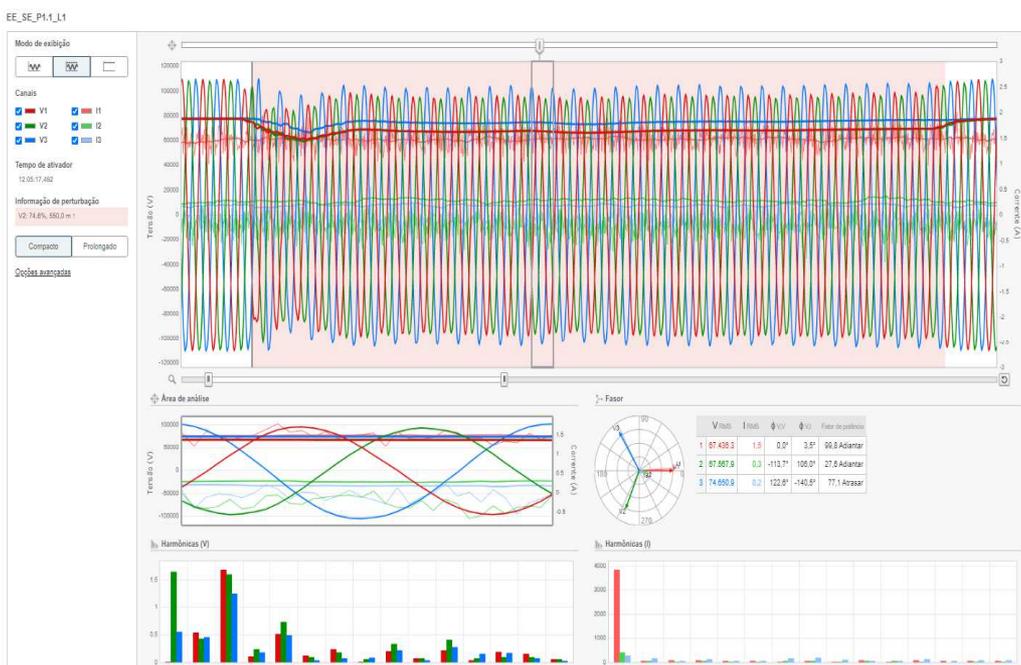
Figura 10 – Formas de onda de tensão/corrente V2 e V3



Verifica-se um impacto na forma de onda bem semelhante ao ocorrido na tensão, onde visualiza-se um afundamento de perfil semelhante. É importante ressaltar que, quando a tensão retoma seu perfil normal, observa um leve pico na corrente que ocorre durante uma faixa de tempo, até ela se estabilizar.

Observam-se na figura 11 as formas de tensão, corrente e suas respectivas áreas de análises desenvolvidas pelo software PME, onde nesta área podemos observar os fatores de suas formas de ondas, em destaque as formas de ondas no respectivo tempo e incidente e as harmônicas que mais causaram impactos em cada uma delas.

Figura 11 - Harmônico



Sendo assim:

- Na Fase 1 (Indicada na cor Vermelha), na forma de onda da tensão, o 3º harmônico foi o que causou maior impacto e para sua respectiva corrente, o harmônico fundamental foi o mais intenso.
- Na fase 2 (Indicada na cor Verde), na forma de onda da tensão, o 3º Harmônico e o harmônico da fundamental foram os que mais causaram maior impacto e para sua respectiva corrente, o harmônico fundamental foi o mais intenso.
- Na fase 3 (Indicada na cor Azul), na forma de onda da tensão, o 3º Harmônico apresentou mais impacto e para sua respectiva corrente, o harmônico fundamental foi o mais intenso.

Conclui-se que em todo o sistema, ou seja, nas 3 fases, o 3º harmônico foi o que causou maior impacto para a forma de onda da tensão.

Do ponto de vista do estudo, mesmo com os valores de afundamentos não estarem na zona de dano aos equipamentos, mas sim na zona crítica e alguns casos na zona de mau funcionamento, é importante ressaltar que esse distúrbio, como mostrado anteriormente, vem de fonte externa (concessionária), sendo difícil criar planos para reduzirem esses eventos.

De uma forma geral, o afundamento causado por fonte externa pode estar ligado a:

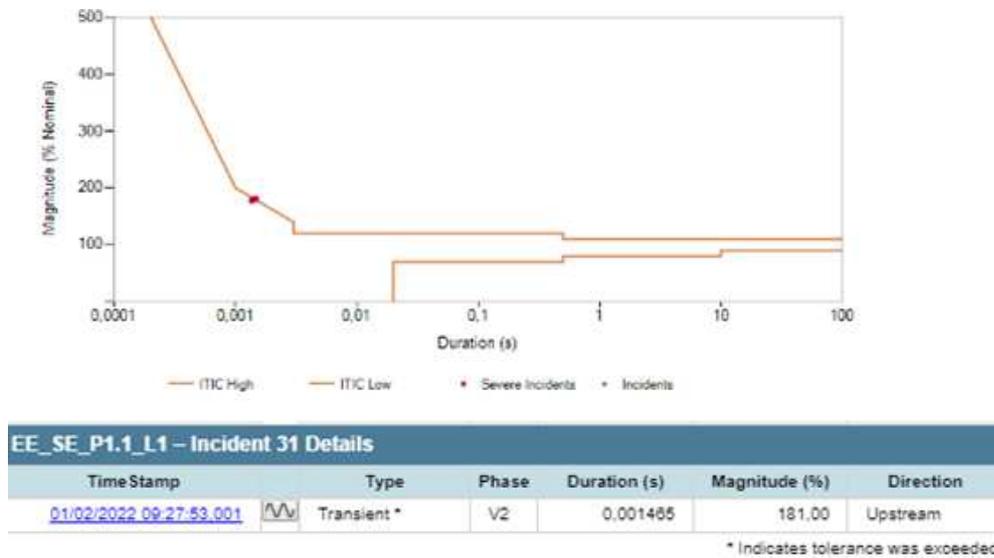
- Falha em equipamentos ou manobras da concessionária.
- Curto-circuito.

Para mitigar esses impactos nos equipamentos dessa fábrica, é indicado uso de UPS e reguladores de tensão nos equipamentos mais críticos ou sensíveis a estes eventos, de acordo com orientação do fabricante ou curva CBEMA e similares típicas disponibilizadas em organizações normativas, folha de dados de fabricantes e pesquisas acadêmicas.

## 4.2 Transientes

Da mesma forma para o transiente, foi feito um zoom em nossos dados, foi reduzido a um evento de transiente. De acordo com a curva CBEMA da figura 12, foi detectado esse evento no dia 01/02/22, às 9:27h, e sua duração foi de 0,001465s, com a magnitude de 181%, o que faz ficar no limite da zona de dano aos equipamentos instalados nessa indústria.

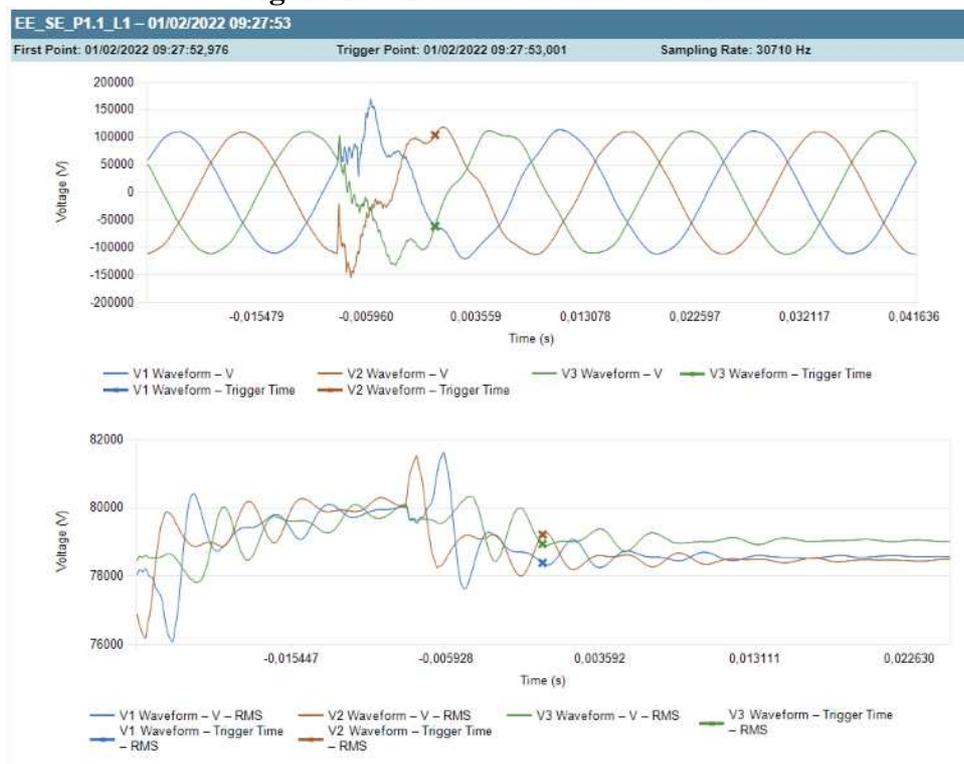
**Figura 12– Curva CBEMA 1 evento de transiente**



O distúrbio foi registrado como ocorrido na fase V2. Esses transientes são picos de curta duração que podem ser gerados por diversos tipos de fontes.

Assim como na SAG, vale destacar a direção que foi gerado esse distúrbio. Ele ocorreu de fora para dentro, indicando que foi causado pela concessionária.

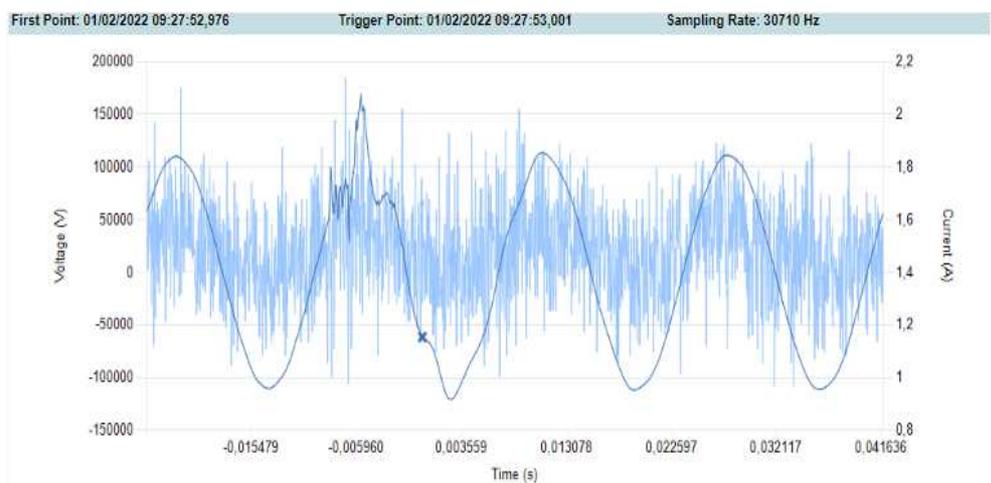
**Figura 13 – Formas de onda da tensão**



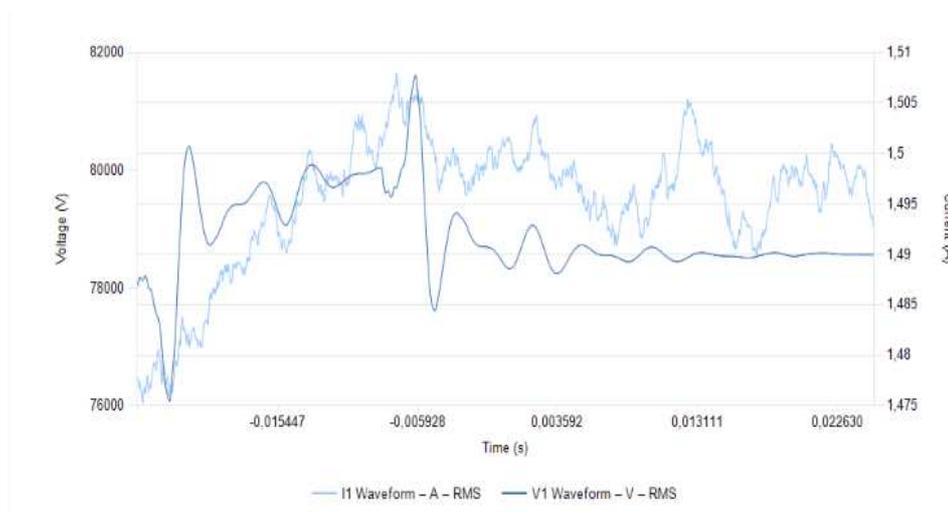
Observam-se as formas de ondas no modo expandido, assim como o seu comportamento durante o surto nos seus respectivos períodos de duração. Mesmo o distúrbio sendo detectado na fase V2, é possível observar que todas as fases do sistema elétrico foram afetadas.

Nos gráficos das figuras 14 a 17, as formas de ondas de tensão e corrente nas fases 1, 2 e 3. Nas imagens é visível de como os surtos no perfil da forma de onda impacta de forma momentânea seus valores RMS, tanto para onda de tensão quanto para onda de corrente.

**Figura 14 - Formas de onda tensão RMS V1**

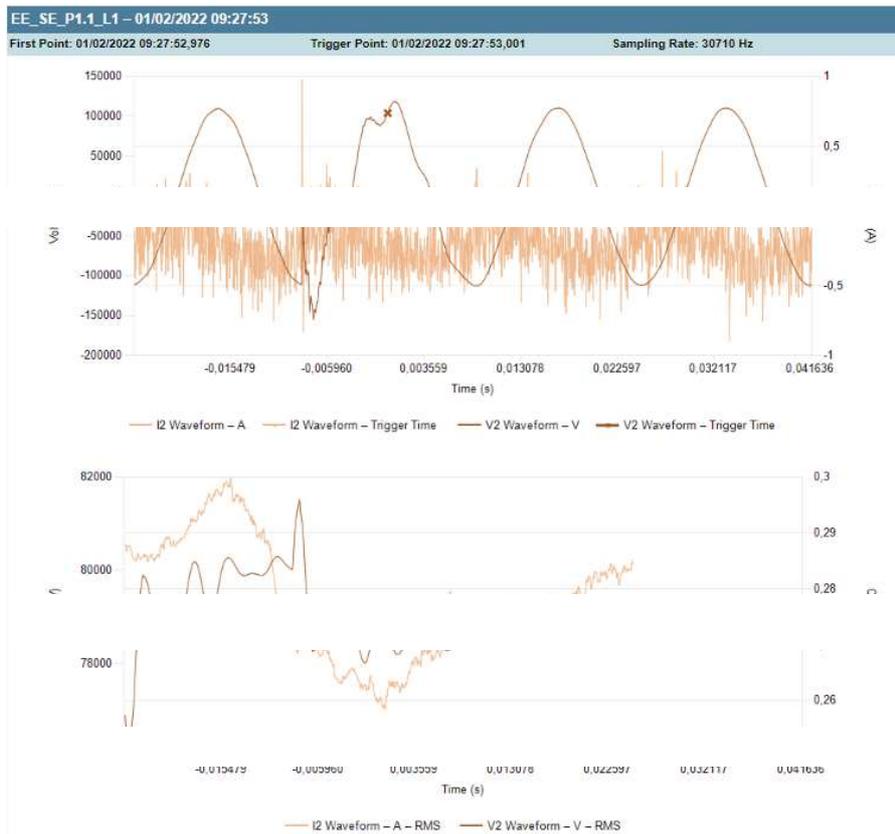


**Figura 15 - Formas de onda de Corrente RMS V1**



Nos transientes, é possível encontrar os harmônicos que mais contribuíram para esse distúrbio. A figura 18 apresenta os registros coletados pelo PME e assim é possível identificar esses harmônicos.

**Figura 16 - Formas de Onda Corrente/Tensão RMS V2**



**Figura 17 - Formas de onda corrente/tensão RMS V3**

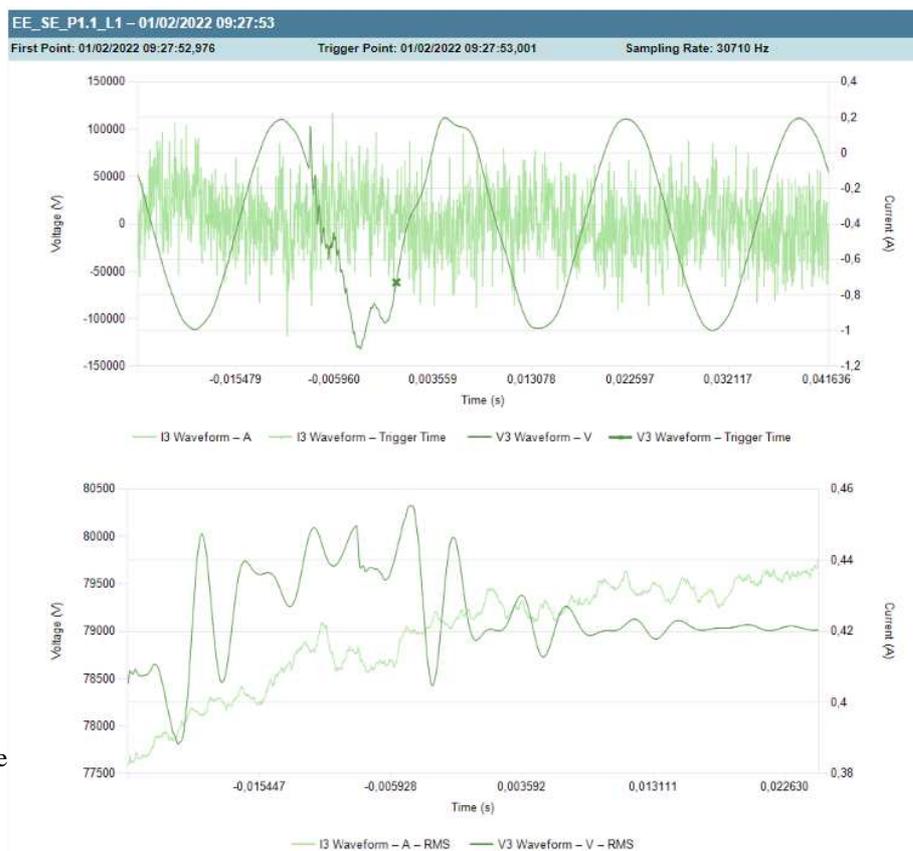
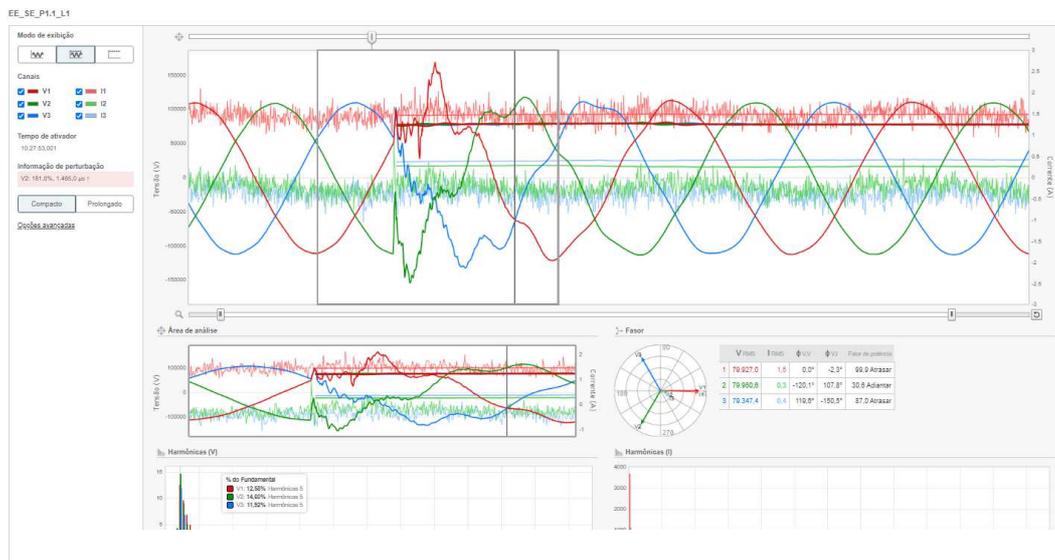


Figura 17 - Harmônicos



Diante disso, a área de análise fornecida pelo PME nos proporciona observar que na forma de onda da tensão, o 5º harmônico foi o mais intenso, apresentando valores de 11,92% a 14,60%.

Analisando-se esses harmônicos, usando módulo 8 do PRODIST item 4.3.1 “Os limites para as distorções harmônicas totais constam na Tabela 3”.

Tabela 3 – Limite das distorções harmônicas totais (em % da tensão fundamental)

Indicador	Tensão nominal		
	$V_n \leq 1,0$ kV	$1,0 \text{ KV} < V_n < 69\text{kV}$	$69 \text{ KV} < V_n < 230\text{kV}$
DTT95%	10,0%	8,0%	5,0%
DTTp95%	2,5%	2,0%	1,0%
DTTI95%	7,5%	6,0%	4,0%
DTT395%	6,5%	5,0%	3,0%

Fonte: ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica – módulo 8 do PRODIST item 4.3.1

Temos que o harmônico de maior amplitude está acima de 5% que é o limite apresentado no PRODIST para DTT (Distorção Harmônica Total de Tensão), pois está apresentando valores de 11,92% a 14,60% da fundamental.

De forma geral, os transientes podem ser causados por descargas atmosféricas e também manobras da concessionária, causando na indústria queima de componentes eletrônicos. Como forma de mitigar os efeitos, a empresa pode implementar em suas áreas supressores de transientes e UPS com supressores de transientes.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No período estudado, 66% dos distúrbios foram do tipo transiente, sendo 1,8% deles como evento crítico e 32% foram do tipo afundamento, sendo 7,4% como evento crítico, respectivamente.

A empresa nos últimos anos vem passando por uma transição de processo de qualidade de energia. Um dos reflexos da mudança de abordagem sobre o tema é a tratativa dos dados brutos, antes coletados por uma empresa terceirizada, que informava através de relatórios simplificados a qualidade de energia da empresa. Atualmente, esses dados são analisados por uma área dedicada à qualidade de energia.

Durante o estudo houve dificuldade na obtenção dos dados, devido a um problema no sistema de informação, segurança da rede interna da empresa. O protocolo de segurança de informação não permitia a movimentação desses dados com outras áreas da empresa.

Uma das informações que sabemos com o monitoramento é se esses distúrbios são causados internamente ou externamente (distribuidora).

Como os eventos ocorridos foram de geração externa, oriundos da concessionária, não é possível diagnosticar uma causa precisa. Contudo, conseguimos identificar quantitativamente a ocorrência desses eventos.

Com esses dados, podemos mitigar ações mais assertivas frente à distribuidora ou ações que melhorem o processo produtivo.

## REFERÊNCIAS

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica – **Anexo VIII** - Da Resolução Normativa Nº 956 - Procedimentos De Distribuição De Energia Elétrica No Sistema Elétrico Nacional – PRODIST, Acesso em 30/06/2022.

CAMARGO J; Z, E. R.; MARTINZ, F. O.; SILVEIRA, M. M - **Adequação da qualidade das instalações elétricas industriais a qualidade da energia elétrica da concessionária (SBQEE, 2003).**

CARVALHO P. L. **Uma Contribuição ao Estudo da Depressão de Tensão.** 1997. 134 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 1997.

CHAPMAN, D. **“Harmonics - Causes and effects”**, Copper Development Association, March 2001.

DESMET, J.; BAGGINI, A. **“Harmonics - Neutral Sizing in Harmonic heavily polluted installations”**, Copper Development Association, June 2003.

DROVTAR, I *et al.* **"Electricity consumption analysis and power quality monitoring in comercial buildings"**, Electric Power Quality and Supply Reliability Conference (PQ), Tartu, pp.1-6, June 2012. Doi: 10.1109/PQ.2012.6256212.

DUARTE, C.T.T. *et al.* **“Fatores Críticos de Sucesso na Qualidade da Manutenção Industrial: O Caso das Indústrias de Teresina”**, **Revista Faculdade Santo Agostinho (FSA)**, 2016.

KAGAN, N. **Conceitos Gerais em Qualidade de Energia.** 2009. Disponível em: <http://www.tec.abinee.org.br/2007/arquivos/s1601.pdf> . Acesso em: 28/06/2022.

KOO, L. K.; **"Power Quality Monitoring in U.K. National Grid electricity transmission system"**, Universities Power Engineering Conference (UPEC) - 45th International, Cardiff, Wales, pp.1-6, September 2010.

MAIA, R. M. Características das Variações de Tensão de Curta Duração e seus Impactos em uma Indústria Alimentícia. **Dissertação** (Mestrado) — Universidade Federal de Minas Gerais, 2011.

STANESCU, C.; VATRA, F.; POIDA, A. **"Power quality in romanian electricity market"**, Electrical Power Quality and Utilisation (EPQU)- 9th International Conference on, Barcelona, pp.1-4, October 2007.

SALIM, F. *et al.* **Voltage sags cost estimation for malaysian industries.** In: 2014 IEEE International Conference on Power and Energy (PECon) . [S.l.: s.n.], 2014. p. 41–46.

VATRA F.; POSTOLACHE, P.; POIDA, A. **“Power quality - Manual for Professionals”**, vol.1, editora SIER, Bucuresti, March 2013.

**Como Referenciar este Artigo, conforme ABNT:**

ROCHA, B. A. C; BECKER, A. R. M. S; MAGALHÃES, M. K; FORTES, M. Z. Análise da Qualidade de Energia em uma Indústria de Pneumáticos. **Rev. FSA**, Teresina, v.19, n. 11, art. 15, p. 298-318, nov. 2022.

<b>Contribuição dos Autores</b>	<b>B. A. C Rocha</b>	<b>A. R. M. S. Becker</b>	<b>M. K. Magalhães</b>	<b>M. Z. Fortes</b>
1) concepção e planejamento.	X	X	X	X
2) análise e interpretação dos dados.	X	X	X	X
3) elaboração do rascunho ou na revisão crítica do conteúdo.	X	X	X	X
4) participação na aprovação da versão final do manuscrito.		X		X