

Aula 02 – SEL0409

Qualidade da Energia Elétrica

Prof. Assoc. Mário Oleskovicz (olesk@sc.usp.br)

USP/EESC/SEL

Qualidade da Energia Elétrica

● **Agenda**

– **Introdução à Qualidade da Energia Elétrica**

- **Definições**
- **Impactos**
- **Termos e definições**
- **Índices**
- **Distúrbios/fenômenos**
- **Soluções**

Qualidade da Energia Elétrica

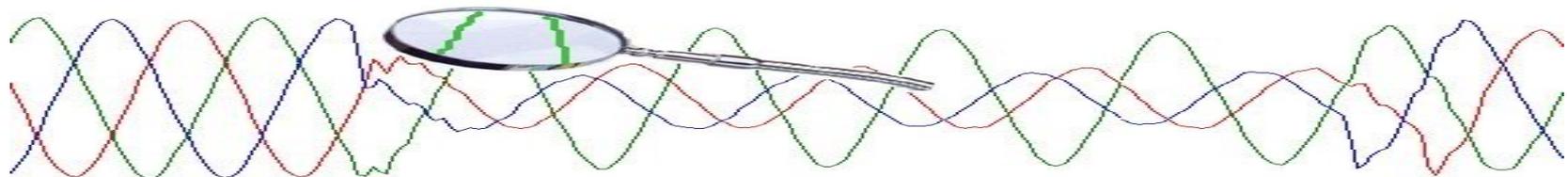
- ✓ A Qualidade da Energia Elétrica (**QEE**) constitui na atualidade um fator crucial para a competitividade de praticamente todos os setores industriais e dos serviços.

Qualidade da Energia Elétrica



“Any power problem manifested in voltage, current, or frequency deviations that results in failure or misoperation of customer equipment.”

FONTE: DUGAN, R. C.; SANTOSO, S.; McGRANAGHAN, M. F. and BEATY, H. W. **Electrical Power Systems Quality.** McGraw-Hill Professional; 3ª edição (2012).

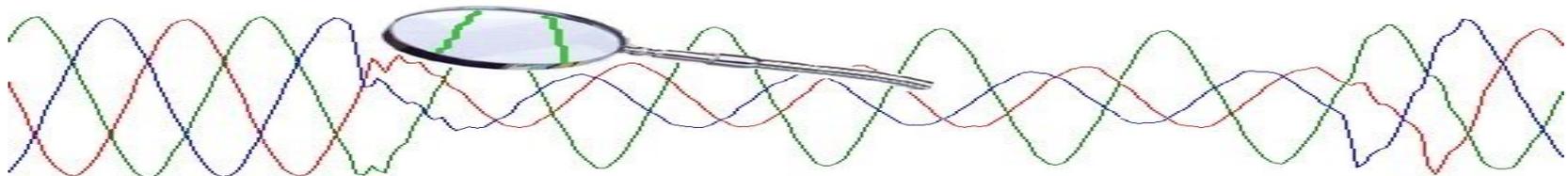


Qualidade da Energia Elétrica



“The term power quality refers to a wide variety of electromagnetic phenomena that characterize the voltage and current at a given time and at a given location on the power system.”

FONTE: IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality. IEEE Std 1159™- 2009 (Revision of IEEE Std 1159-1995).

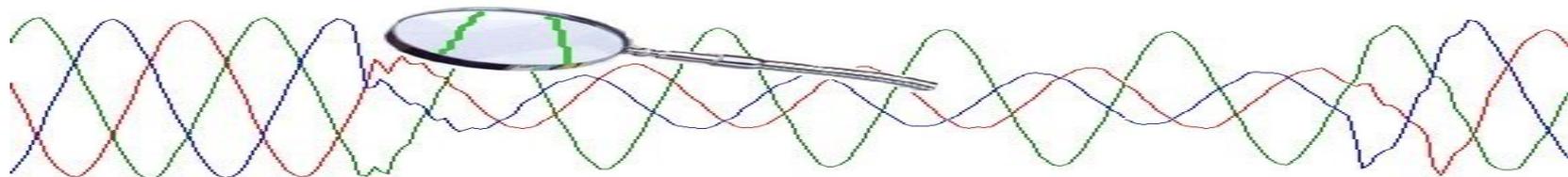


Qualidade da Energia Elétrica



“The ability of a device, equipment or system to function satisfactorily in its electromagnetic environment without introducing intolerable electromagnetic disturbances to anything in that environment.”

FONTE: IEC (International Electrotechnical Commission) 61000 series.



Qualidade da Energia Elétrica

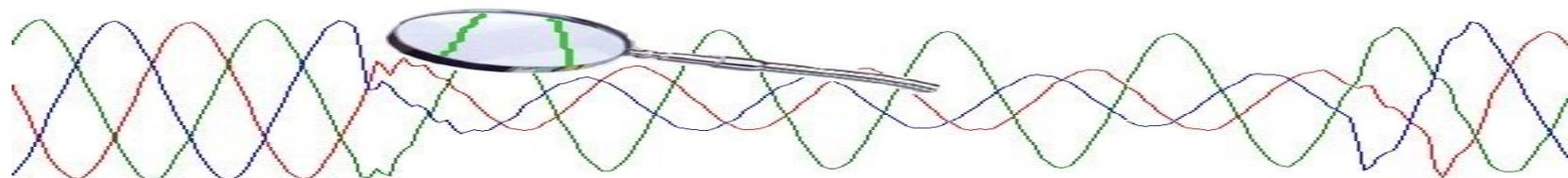
“A qualidade percebida pelo consumidor de uma concessionária ou permissionária de serviço público de distribuição de energia elétrica deve ser avaliada a partir de três grandes aspectos: a **qualidade do “produto” energia elétrica** (relacionada à conformidade da tensão em regime permanente e à ausência de perturbações na forma de onda), a **qualidade do “serviço”** (relacionada à continuidade na prestação do serviço) e a **qualidade do atendimento ao consumidor**.

Também é necessário considerar os indicadores de segurança do trabalho, que sinalizam a preocupação das distribuidoras com a qualidade do trabalho desenvolvido pelos seus colaboradores e, de certa forma, exprimem o nível de risco ao qual está exposta a população em geral.

Por fim, a qualidade na distribuição também considera o tempo médio de atendimento às ocorrências emergenciais, avaliado por meio de indicadores vinculados a conjuntos de unidades consumidoras.

O Módulo 8 do PRODIST estabelece os procedimentos relativos à qualidade da energia elétrica - QEE, abordando a qualidade do produto e a qualidade do serviço prestado, enquanto as Condições Gerais de Fornecimento (Resolução Normativa nº 414/2010) disciplinam os aspectos relacionados à qualidade do atendimento ao consumidor, notadamente a qualidade do atendimento comercial, a qualidade do atendimento telefônico e o tratamento das informações.”

FONTE: <https://www.aneel.gov.br/qualidade-na-distribuicao>



Qualidade da Energia Elétrica

QEE

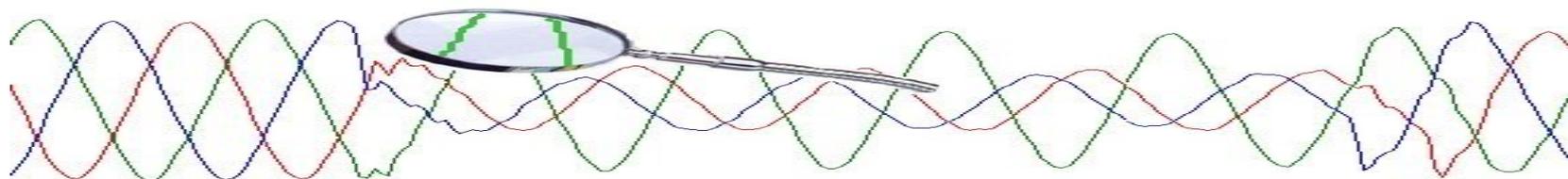
Qualidade de Energia Elétrica

Qualidade de Energia Elétrica – QEE

Desempenho do sistema em termos de continuidade do serviço, frequência em regime permanente e sob distúrbio, tensão de atendimento em regime permanente, flutuação, desequilíbrio e distorção harmônica de tensão e variação de tensão de curta duração.

FONTE: <http://www.ons.org.br/paginas/conhecimento/glossario>

ONS (Operador Nacional do Sistema). PROCEDIMENTOS DE REDE. Indicadores de Qualidade de Energia Elétrica – Frequência e Tensão. Sub módulo 25.6, rev. 1.0, 05/08/2009.

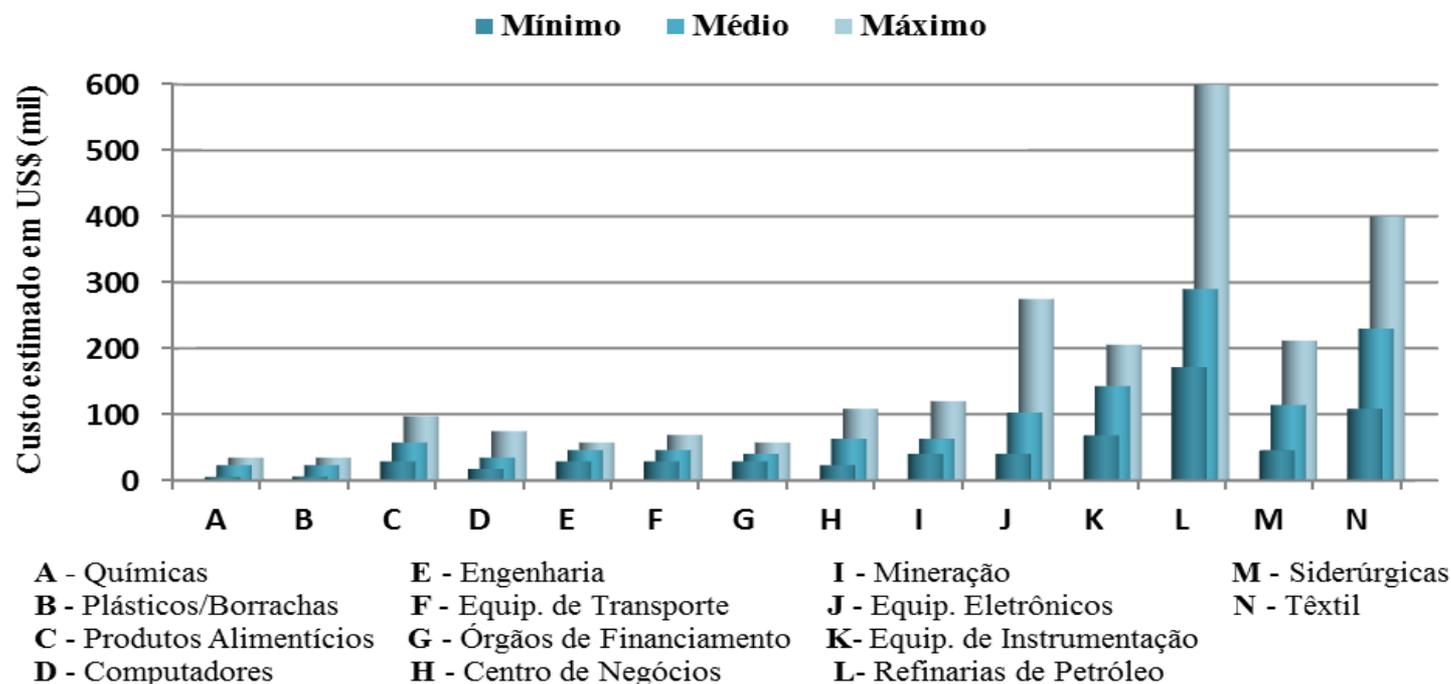


Qualidade da Energia Elétrica

● Impactos

- A qualidade do fornecimento da energia elétrica tem um **impacto direto** no **funcionamento** e na **operação** dos equipamentos ligados à rede elétrica. O equipamento pode não funcionar corretamente, pode ser ineficiente ou pode ser danificado.
- Existe a expectativa de que os dispositivos funcionem conforme o projetado, e que a **vida útil** do equipamento seja, estatisticamente, próxima ao projetado.
- A confiabilidade da rede é geralmente considerada alta o suficiente para não causar problemas inaceitáveis com relação à perda de produção ou perda de funcionalidade.
- Quantificar o custo para o consumidor quando a qualidade ou a confiabilidade do fornecimento de energia não são as esperadas é uma métrica importante e pode ser usada como estudo de caso para justificar gastos para melhorar a rede de fornecimento.

Qualidade da Energia Elétrica



✓ Custo anual estimado e resultante de interrupções no fornecimento da energia com durações de até 1 min.
Fonte: adaptado de Oliveira OLIVEIRA, J. C. **Qualidade da Energia Elétrica - Uma visão da Área**, 2000.

Disponível em: <<http://www.cck.com.br/artigos/palestras/Qualidade.pps>>. Acesso em: Abril 2014.

Qualidade da Energia Elétrica

Impactos econômicos diretos: • Perda de produção • Tempo de inatividade • Custos de reinício do processo • Deterioração da produção semiacabada • Danos ao equipamento • Custos diretos associados à saúde e segurança humana • Sanções financeiras incorridas pelo não cumprimento dos contratos • Sanções financeiras ambientais • Custos de serviços públicos associados à interrupção.

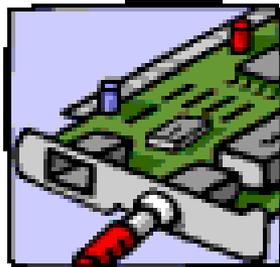
Impactos econômicos indiretos: • Os custos de uma receita recebida sendo postergada • O custo financeiro da perda de participação de mercado • O custo de restaurar o valor (a confiança) da marca.

Impactos socioeconômicos • Temperaturas desconfortáveis do ambiente que podem reduzir a eficiência, saúde ou segurança • Ferimentos pessoais ou medo

E o custo para a solução do problema evidenciado?

Qualidade da Energia Elétrica

- ✓ Porque se preocupar com a qualidade da energia?
- equipamentos sensíveis;
 - racionalização e conservação da energia elétrica;
 - conscientização dos consumidores;
 - integração dos processos e
 - vida útil dos componentes e equipamentos elétricos.



Qualidade da Energia Elétrica

- ✓ Quanto ao **nível da QEE** requerido, este é que possibilita uma **devida operação** do **equipamento** em determinado meio para o qual foi projetado.
- ✓ Há **padrão** muito bem definido de medidas para a **tensão**, de onde se associa a QEE à qualidade de tensão.
- ✓ Portanto, o **padrão** aceito com respeito à QEE é direcionado a manter o **fornecimento de tensão dentro de certos limites**.

Qualidade da Energia Elétrica



Para o **consumidor residencial e comercial**, o que eles tem em mente como baixa QEE é realmente **a falta de energia!**



Para o **consumidor industrial**, no entanto, se faltar energia durante meio segundo, o processo industrial é interrompido e tem que ser reiniciado, o que causa **grandes prejuízos financeiros!**



Qualidade da Energia Elétrica



O que é necessário então?



Padrões de QEE adequados: **definir a real expectativa dos consumidores.**



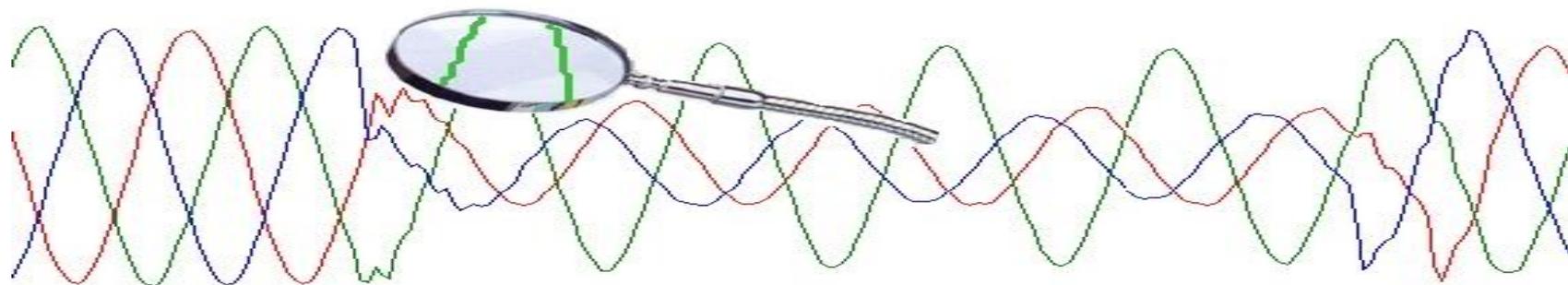
Qualidade da Energia Elétrica

- O parâmetro de qualidade do setor elétrico de distribuição em específico, é o **desempenho das concessionárias no fornecimento da energia elétrica***; seus parâmetros são:
- **conformidade;**
 - **atendimento ao consumidor e**
 - **continuidade.**

***PRODIST** (Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional): *qualidade do produto, qualidade do serviço e a qualidade do tratamento de reclamações!*

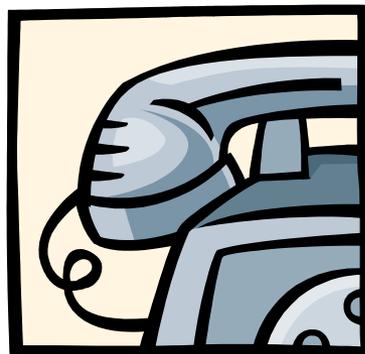
Qualidade da Energia Elétrica

- ✓ Conformidade: **forma de onda da tensão.**



Qualidade da Energia Elétrica

- ✓ **Atendimento: relação comercial entre concessionária e o consumidor.**



Qualidade da Energia Elétrica



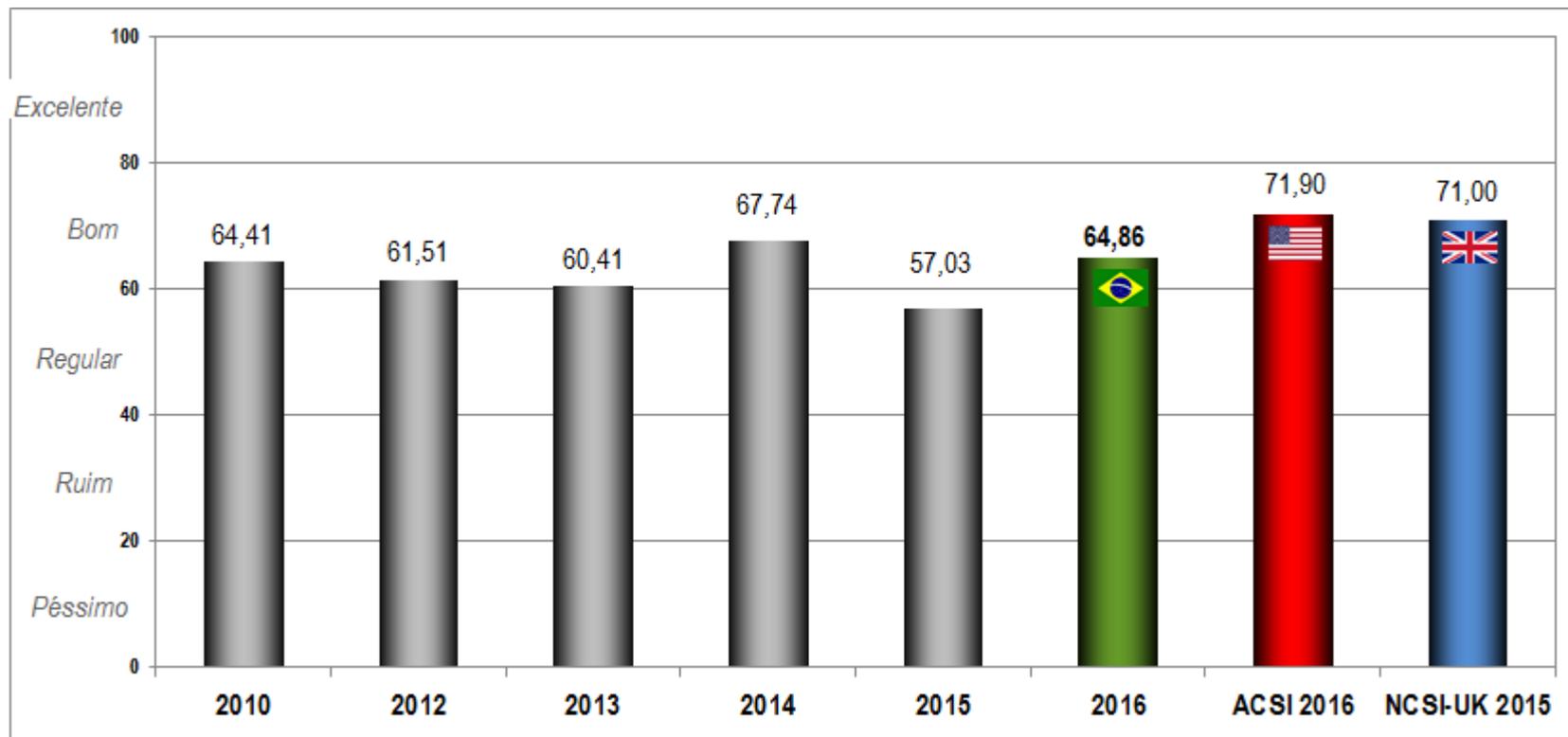
□ Serviços comerciais

❖ Iasc (Índice ANEEL de Satisfação do consumidor)

Qualidade da Energia Elétrica

- **O que é o Índice ANEEL de Satisfação do Consumidor?**
O Iasc é um indicador que permite avaliar a satisfação do consumidor residencial com os serviços prestados pelas distribuidoras de energia elétrica.
- **Como é obtido o Iasc?**
O Iasc é obtido anualmente a partir de pesquisa amostral realizada com consumidores de todas as distribuidoras, concessionárias e permissionárias, que atuam no território nacional. São realizadas cerca de 25.000 entrevistas.
- **Quais as variáveis avaliadas na pesquisa do Iasc 2019?**
Qualidade percebida (69,10%); valor percebido (relação custo-benefício) (30,19%); satisfação global (67,38%); confiança no fornecedor (66,14%); e fidelidade (35,27%).
- **Qual a premiação das empresas vencedoras do Prêmio Iasc?**
As empresas mais bem avaliadas pelos consumidores recebem troféu, certificado e o selo Iasc. O selo pode ser aplicado nas faturas de energia elétrica e no material de comunicação institucional.
- **De que forma a ANEEL utiliza as informações obtidas na pesquisa do Iasc?**
Os resultados do Iasc são utilizados para subsidiar o aprimoramento dos instrumentos regulatórios e a priorização das ações de fiscalização.

Qualidade da Energia Elétrica



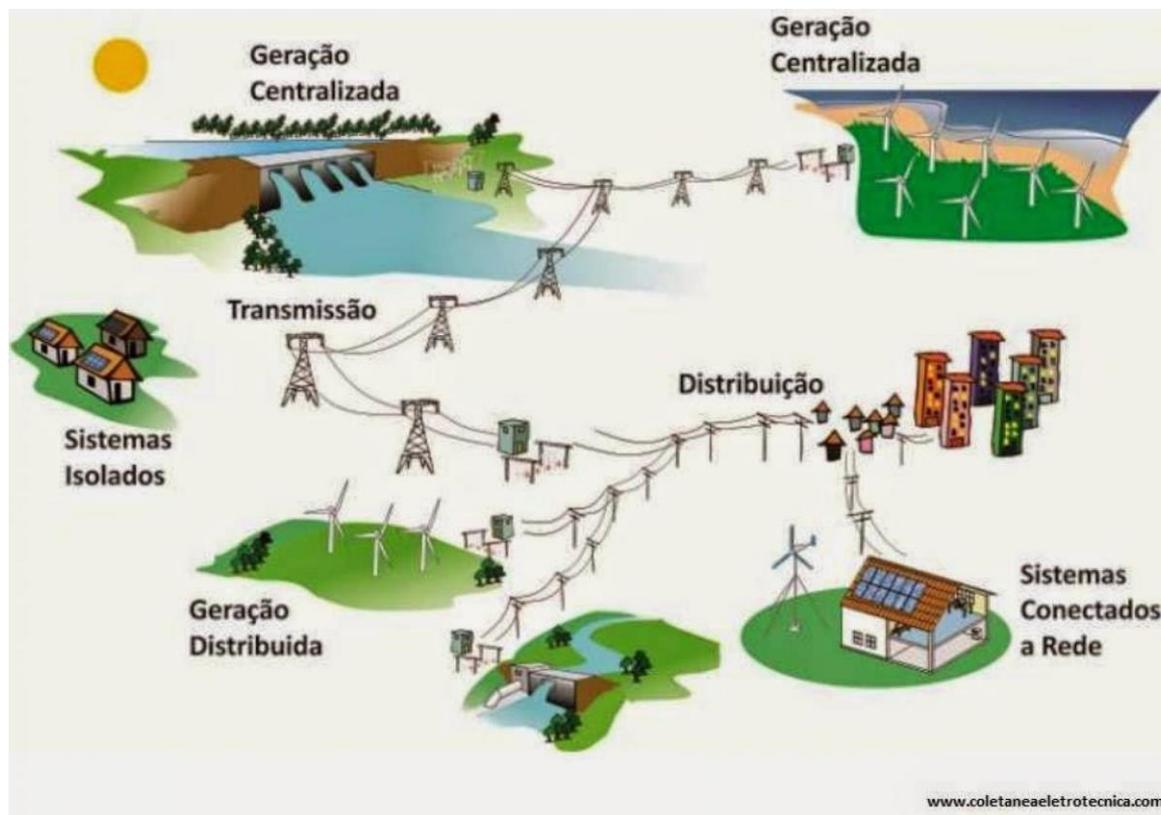
ACSI: Estados Unidos, American Customer Satisfaction Index (www.theacsi.org)

NCSI-UK: Reino Unido, National Customer Satisfaction Index (www.ncsiuk.com)

Fonte: <http://www.aneel.gov.br/pesquisas-iasc>

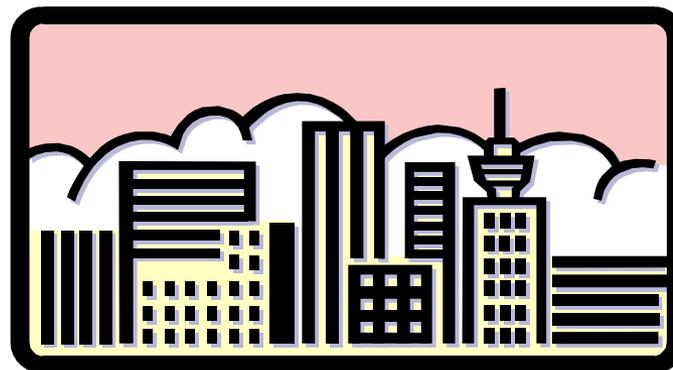
Qualidade da Energia Elétrica

- ✓ Continuidade: grau de disponibilidade da energia elétrica ao consumidor (o de maior relevância).



Qualidade da Energia Elétrica

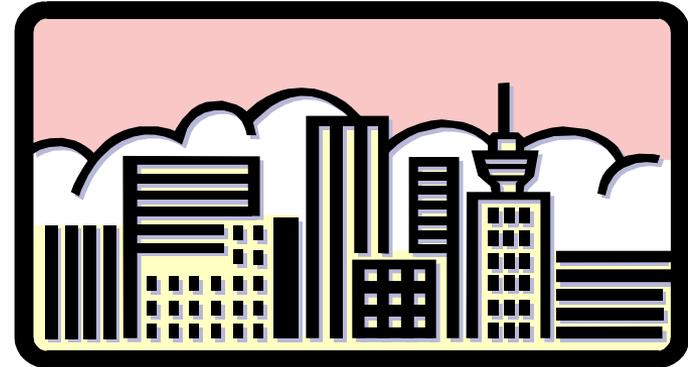
- Os índices de continuidade adotados pelo órgão regulador são:



Individuais

- **DIC:** Duração de interrupção individual por unidade consumidora
- **FIC:** Frequência de interrupção individual por unidade consumidora
- **DIMIC:** Duração máxima de interrupção contínua por unidade consumidora
- **DICRI** (Duração da interrupção individual ocorrida em dia crítico por unidade consumidora ou ponto de conexão)

Qualidade da Energia Elétrica

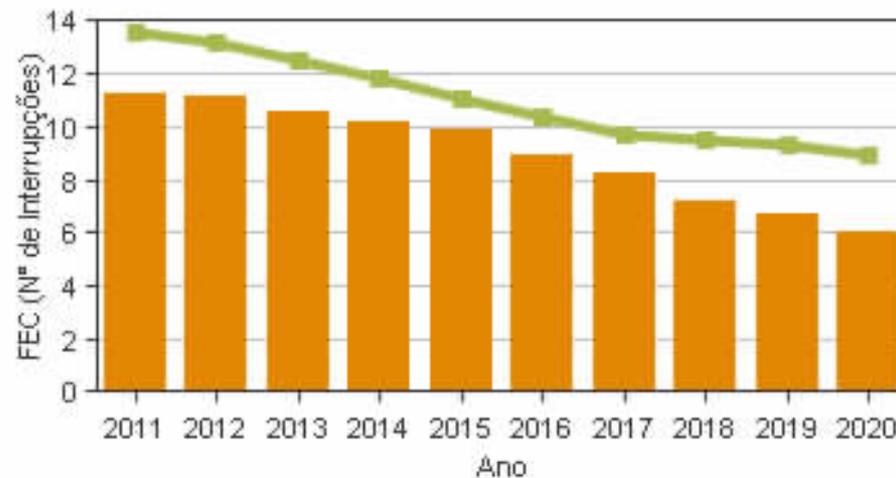
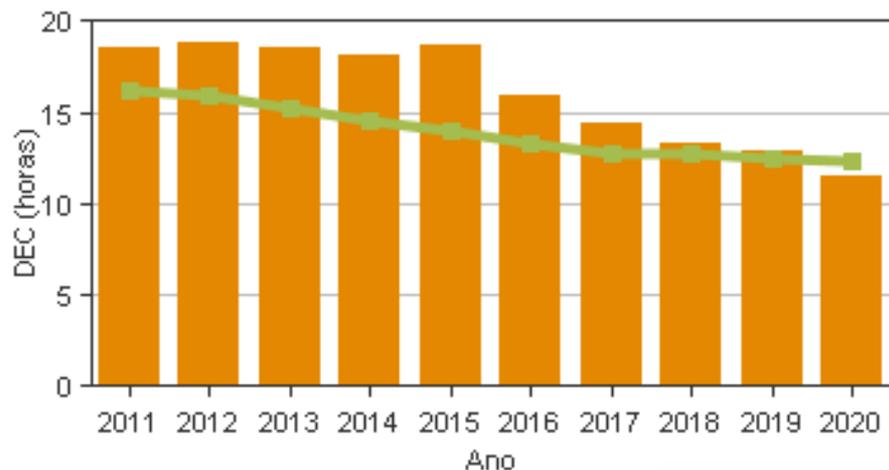


Coletivos

- **DEC:** Duração equivalente de interrupção por unidade consumidora
- **FEC:** Frequência equivalente de interrupção por unidade consumidora

Qualidade da Energia Elétrica

➤ Indicadores de QEE: Brasil – anual.



Qualidade da Energia Elétrica

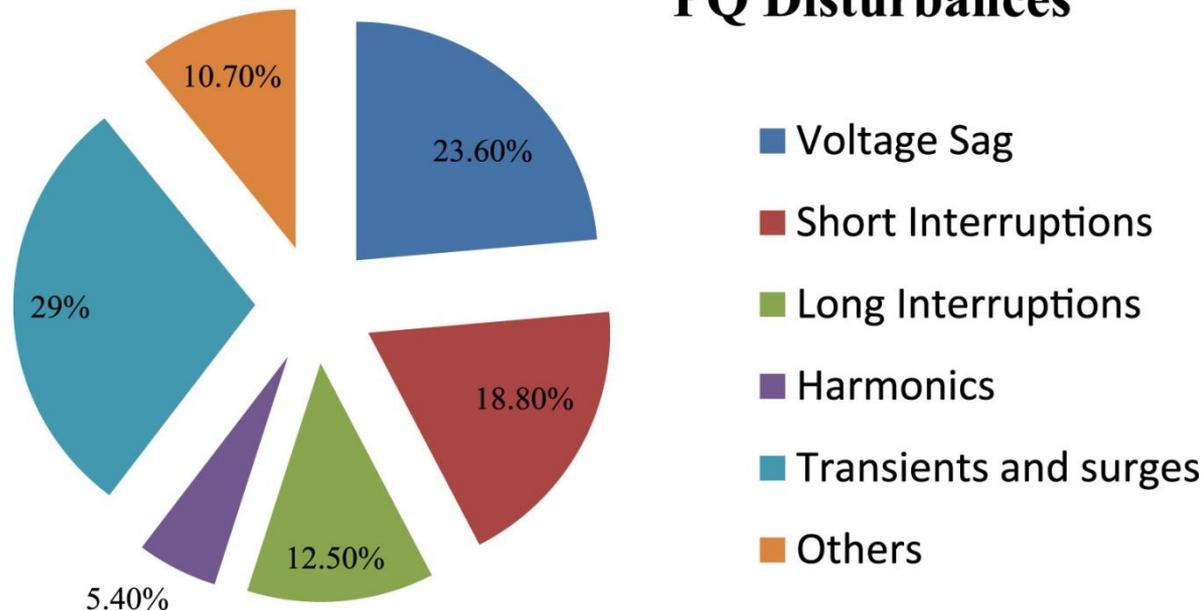
- Alguns **fenômenos aleatórios** ou **intrínsecos** que alteram e **deterioram a qualidade do fornecimento** da energia elétrica

Categorias
Variações de Tensão de Curta Duração – VTCD
Variações de Tensão de Longa Duração – VTLD
Transitórios impulsivos e oscilatórios
Distorção da forma de onda
Desequilíbrio de tensão
Flutuação de tensão
Variação de frequência

Qualidade da Energia Elétrica

- Alguns fenômenos aleatórios ou intrínsecos que alteram e deterioram a qualidade do fornecimento da energia elétrica

PQ Disturbances



Fonte: SHARMA, A., RAJPUROHIT, B. S. and SINGH, S. N. A review on economics of power quality: impact, assessment and mitigation. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 88 (2018), 363 – 372.

Qualidade da Energia Elétrica

olesk@sc.usp.br

Fone: 016 3373 8142

Muito obrigado pela atenção!