

Aula 01 – QUALIDADE DO FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA: CONFIABILIDADE, CONFORMIDADE E PRESTEZA



Prof. Heverton Augusto Pereira
Prof. Mauro de Oliveira Prates

Universidade Federal de Viçosa - UFV
Departamento de Engenharia Elétrica - DEL
Gerência de Especialistas em Sistemas Elétricos de Potência – Gesep

heverton.pereira@ufv.br

www.gesep.ufv.br
TEL: +55 (31) 3899-3266

Introdução

ELT 428 – QUALIDADE DE ENERGIA

- ✓ Quando se pensa em regulação, a tendência natural é se concentrar no processo de definição de tarifas. Mas a regulação não se limita apenas à relação entre preço e quantidade porque há outra dimensão tão importante quanto a modicidade tarifária: a qualidade.
- ✓ É preciso dar atenção para as múltiplas dimensões da qualidade do fornecimento: confiabilidade, conformidade e presteza do serviço;
- ✓ a qualidade depende da atuação conjunta de um grande número de agentes que inclui geradores, transmissores e distribuidores;
- ✓ é preciso aferir o nível de qualidade almejado pelos consumidores, contrapondo o benefício de uma melhora na qualidade ao custo incorrido para obtê-la.

Introdução

ELT 428 – QUALIDADE DE ENERGIA

- ✓ Uma interrupção inesperada no fornecimento de energia elétrica pode ocasionar graves danos, como por exemplo:
- ✓ Acidentes devido à perda da sinalização de trânsito;
- ✓ Males à saúde devido à perda de climatização (especialmente para os idosos);
- ✓ Incêndios ou explosões devido à perda de sensores e controles eletrônicos em aplicações industriais;
- ✓ Danos a equipamentos industriais;
- ✓ Perda de produção na indústria, perda de vendas no comércio, perda de negócios; e



27/05/2016 06h53 - Atualizado em 27/05/2016 08h14

Roubo de cabos interrompe circulação de trens de Saracuruna, RJ

O trecho interrompido vai de Gramacho a Saracuruna. SuperVia prevê normalizar o transporte às 7h desta sexta-feira.

Do G1 Rio



A circulação dos trens do ramal de Saracuruna foi interrompida no trecho entre Gramacho e Saracuruna, na Baixada Fluminense, na manhã desta sexta-feira (27). De acordo com informações da SuperVia houve um furto de cabos de energia da rede na região.

Ainda segundo a concessionária, uma equipe técnica já foi enviada ao local e a previsão é de que o serviço seja normalizado a partir das 7h.

Os demais ramais operam normalmente, dentro dos horários programados.

WHITE PAPER / INSTITUTO ACENDE BRASIL // EDIÇÃO Nº 18 / FEVEREIRO DE 2017
PERDAS COMERCIAIS E INADIMPLÊNCIA NO SETOR ELÉTRICO



1 INTRODUÇÃO

Em 2015, as perdas comerciais (sinônimo de furto de energia, e também chamadas de “perdas não técnicas”) das 59 principais distribuidoras¹ de eletricidade do país foram da ordem de 5% da energia injetada nas redes de distribuição.

- ✓ R\$ 8 bilhões em 2015 – perdas comerciais
- ✓ Em 2015, 1,74% da energia faturada permanecia não paga após 24 meses (R\$ 3 bilhões)

http://www.acendebrasil.com.br/media/estudos/2017_WhitePaperAcendeBrasil_18_PerdasInadimplencias.pdf

Mais perdas...

ELT 428 – QUALIDADE DE ENERGIA

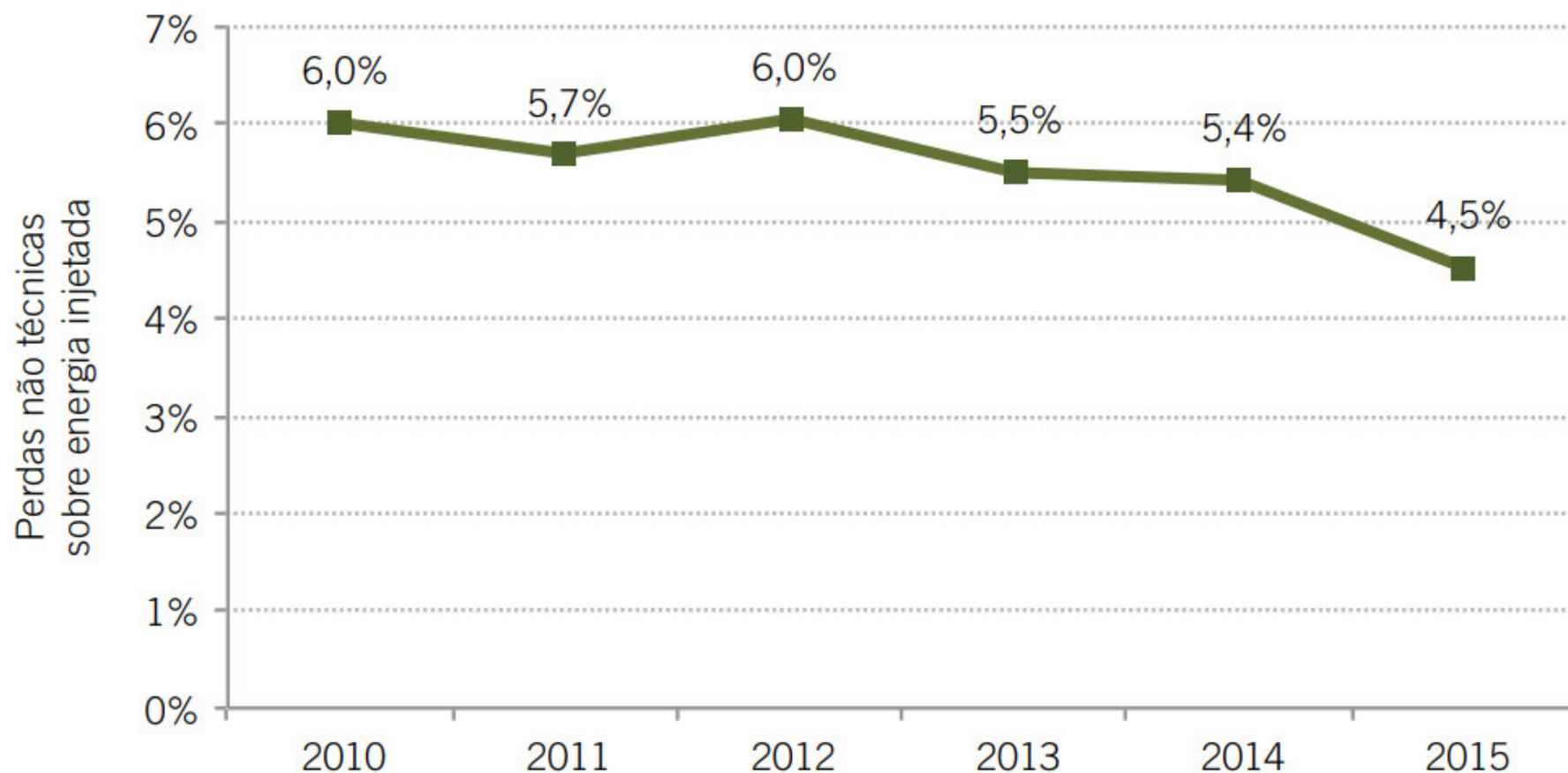
No caso da Light, por exemplo, estima-se que dos seus 4,2 milhões de clientes, cerca de 1,75 milhão (41,7%) cometem furto de energia. *Se todos esses furtos fossem eliminados, a tarifa de energia elétrica poderia ser cerca de 17% menor* (Valor Econômico, 30/06/2016).

http://www.acendebrasil.com.br/media/estudos/2017_WhitePaperAcendeBrasil_18_PerdasInadimplencias.pdf

Mais perdas...

ELT 428 – QUALIDADE DE ENERGIA

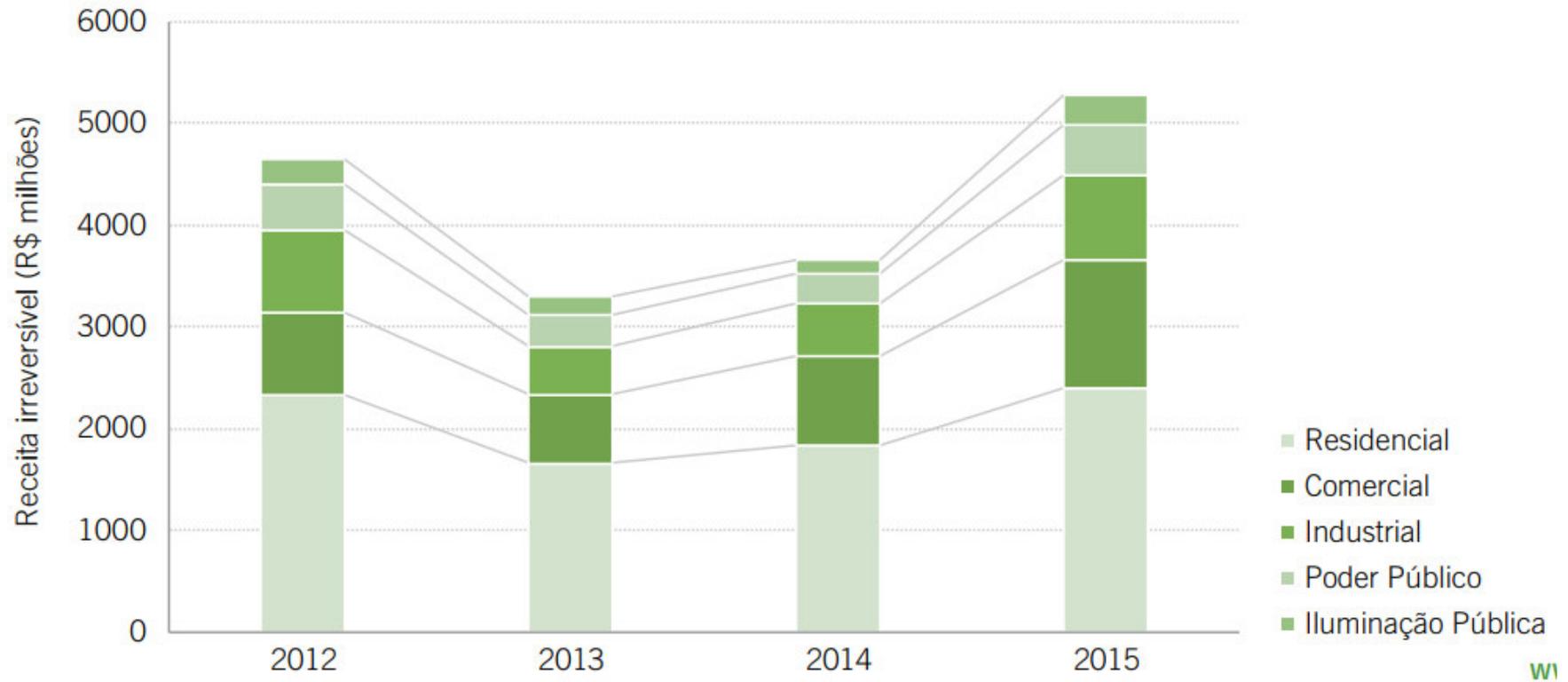
Figura 1: Evolução das Perdas Comerciais no Brasil



http://www.acendebrasil.com.br/media/estudos/2017_WhitePaperAcendeBrasil_18_PerdasInadimplencias.pdf

Mais perdas...

Figura 3: Inadimplência de 3 meses por classe de consumo



W1

http://www.acendebrasil.com.br/media/estudos/2017_WhitePaperAcendeBrasil_18_PerdasInadimplencias.pdf

Desafios nesse contexto complexo

ELT 428 – QUALIDADE DE ENERGIA

- ✓ Para assegurar a qualidade do fornecimento de energia elétrica há dois grandes desafios que precisam ser encarados:
- ✓ Como assegurar a confiabilidade de um sistema no qual a responsabilidade pelo fornecimento é compartilhada por tantas empresas diferentes?
- ✓ Como discernir o nível de qualidade almejado pelos consumidores que seja compatível com as receitas tarifárias requeridas para prover o serviço?

Desafios nesse contexto complexo

ELT 428 – QUALIDADE DE ENERGIA

- ✓ É essencial que haja uma governança institucional e uma regulamentação robusta para delimitar claramente as responsabilidades de cada agente.
- ✓ Prevendo penalidades para os que não cumprirem suas responsabilidades e proporcionando uma estrutura de incentivos adequada para induzir cada agente a zelar pela qualidade do serviço que lhe cabe.

Desafios nesse contexto complexo

ELT 428 – QUALIDADE DE ENERGIA

- ✓ Mais qualidade significa mais investimentos e maiores custos operacionais, o que também implica maiores tarifas.
- ✓ É preciso avaliar qual é a relação custo-benefício que melhor atende às necessidades do consumidor.

Conceituação da qualidade no fornecimento de energia elétrica

ELT 428 – QUALIDADE DE ENERGIA

- ✓ Quando ocorre uma interrupção no fornecimento de energia, as atenções dos consumidores imediatamente se voltam à concessionária de distribuição de eletricidade local, mas a interrupção pode ter sido ocasionada por falha:
 - ✓ na rede da concessionária de distribuição; ou
 - ✓ em alguma instalação da rede de transmissão que transporta a energia até a distribuidora; ou
 - ✓ em alguma central de geração que supre energia para a rede de transmissão.

Conceituação da qualidade no fornecimento de energia elétrica

ELT 428 – QUALIDADE DE ENERGIA

17/12/09 - 20h03 - Atualizado em 17/12/09 - 23h06

Linhas do apagão voltam a desligar, registra site do ONS

Ocorrência foi na quarta, nas mesmas 3 linhas que falharam em novembro. Mas, desta vez, religamento automático funcionou, e não faltou luz.

Mariana Oliveira
Do G1, em São Paulo

Tamanho da
letra
A- A+

clique para ampliar 



Boletim do ONS que aponta novo desligamento em linhas região de

As linhas de transmissão de energia elétrica na região de Itaberá (SP) que originaram o apagão que atingiu 20 estados e o Distrito Federal em novembro voltaram a desligar na noite de quarta-feira (16).

As linhas afetadas foram **as mesmas que sofreram pane no apagão de novembro**: duas que ligam as cidades de Ivaiporã (PR) a Itaberá (SP) e uma terceira entre as estações de Itaberá e Tijucu Preto (SP). É a primeira ocorrência nessas linhas depois do apagão de novembro.

Desta vez, porém, não houve corte de energia. As três linhas de transmissão foram desligadas, mas uma religou automaticamente, segundo Boletim Diário da Operação do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), que controla a transmissão de energia elétrica em todo o país.

No apagão de novembro, três linhas se desligaram

Conceituação da qualidade no fornecimento de energia elétrica

ELT 428 – QUALIDADE DE ENERGIA

Confiabilidade:

- ✓ Esta primeira dimensão da qualidade é mais facilmente percebida pelo seu oposto: a sua falta.
- ✓ Tanto é assim que os índices mais utilizados para avaliar o grau de confiabilidade medem justamente a ocorrência e duração das interrupções no fornecimento (FEC, DEC, FIC, DIC, DMIC, DICRI) .
- ✓ Envolve dois conceitos: adequabilidade e segurança.

Conceituação da qualidade no fornecimento de energia elétrica

ELT 428 – QUALIDADE DE ENERGIA

Confiabilidade → adequabilidade:

- ✓ Se refere à capacidade do sistema para atender à demanda do consumidor.
- ✓ É preciso examinar a capacidade combinada de geração, transmissão e distribuição do sistema para entregar energia ao consumidor em cada instante, levando em conta o comportamento da carga ao longo de cada dia, semana, mês e ano.
- ✓ quando o sistema é baseado numa matriz elétrica com predominância de usinas de fontes renováveis, a adequação da oferta não é tão simples, pois dependem de água, ventos, radiação solar, etc.

Conceituação da qualidade no fornecimento de energia elétrica

ELT 428 – QUALIDADE DE ENERGIA

Confiabilidade → segurança:

- ✓ Refere-se à capacidade do sistema para lidar com ocorrências internas, tais como falhas de equipamentos e ocorrências de origem externa (causadas, por exemplo, por tempestades e acidentes).
- ✓ Aspectos centrais da operação para manutenção da segurança do sistema são:
- ✓ A programação diária da operação, na qual se define quando e quais usinas serão acionadas ao longo do próximo dia; e

Conceituação da qualidade no fornecimento de energia elétrica

ELT 428 – QUALIDADE DE ENERGIA

Confiabilidade → segurança:

- ✓ Ações manuais e automáticas de gerenciamento de carga, como “corte indireto” (redução intencional do nível de tensão), corte direto da carga e remanejamento de cargas entre instalações da rede básica de transmissão.
- ✓ Toda a operação é coordenada pelo Operador Nacional do Sistema.

Conceituação da qualidade no fornecimento de energia elétrica

ELT 428 – QUALIDADE DE ENERGIA

Conformidade:

- ✓ Em algumas regiões do Brasil, a tensão final de fornecimento de energia elétrica é estabelecida em 127 ou 220 volts (V), em corrente alternada, com frequência de 60 hertz (Hz). A conformidade de energia elétrica aborda os seguintes aspectos:
- ✓ nível de tensão em regime permanente;
- ✓ desequilíbrio de tensão;
- ✓ variação de tensão de curta duração;
- ✓ flutuação de tensão;
- ✓ variação de frequência;
- ✓ fator de potência; e
- ✓ harmônicos.

Conceituação da qualidade no fornecimento de energia elétrica

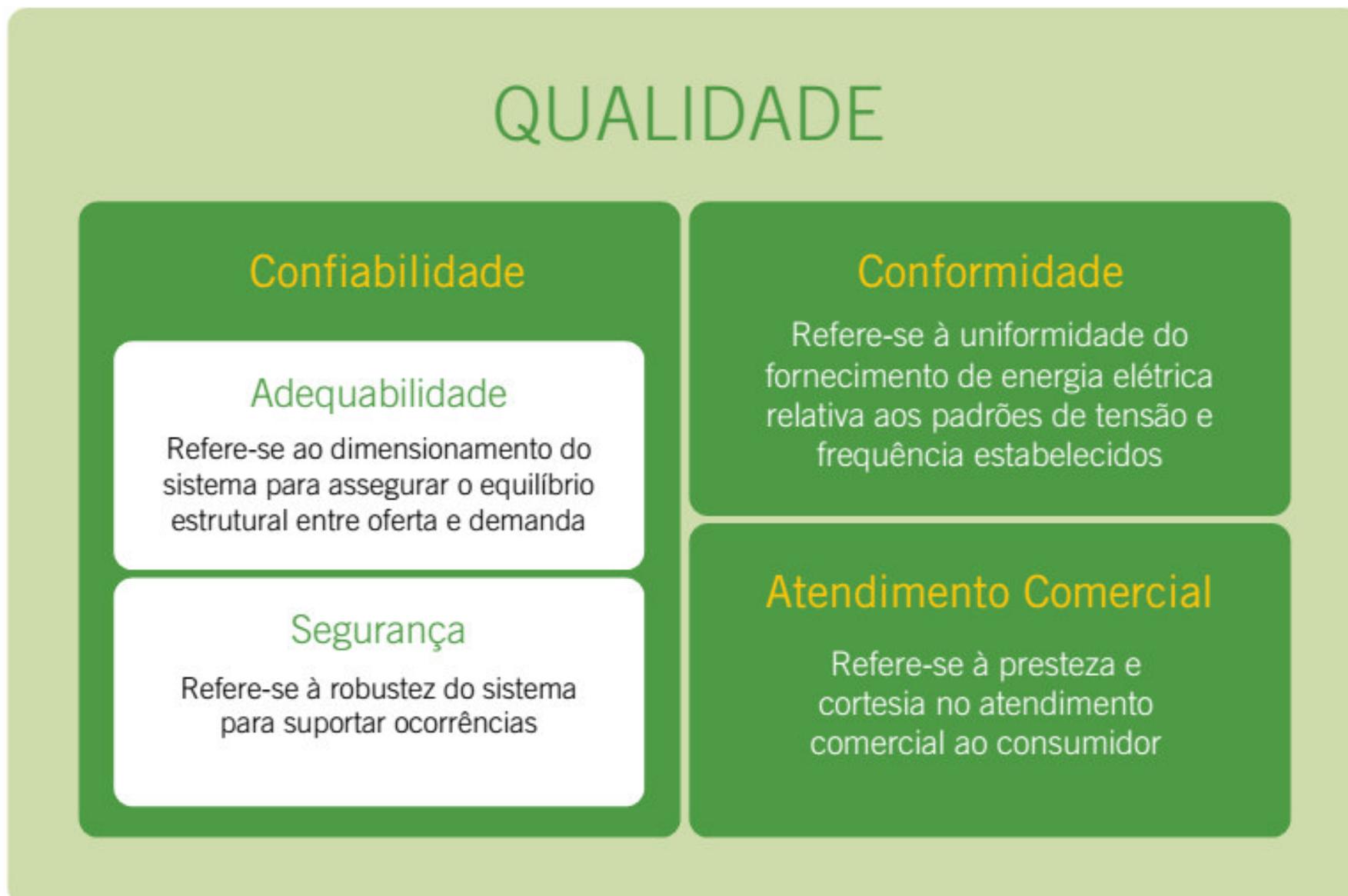
ELT 428 – QUALIDADE DE ENERGIA

Atendimento Comercial:

- ✓ O consumidor também deseja ter suas solicitações atendidas com presteza e cortesia. Isso inclui o tratamento recebido nas centrais de atendimento, nos *call centers* (centrais de atendimento telefônico) e no atendimento de serviços solicitados na unidade de consumo, tais como:
 - ✓ vistoria,
 - ✓ ligação,
 - ✓ aferição de medidor,
 - ✓ ressarcimento por dano elétrico,
 - ✓ elaboração de estudos,
 - ✓ orçamentos,
 - ✓ projetos etc.

Conceituação da qualidade no fornecimento de energia elétrica

ELT 428 – QUALIDADE DE ENERGIA



Indicadores de Confiabilidade do fornecimento ao consumidor final:

- ✓ Tipicamente avalia-se a confiabilidade do fornecimento de energia com base em indicadores de continuidade. Há duas famílias básicas de indicadores de continuidade:
- ✓ As que mensuram a frequência de interrupções durante um determinado intervalo de tempo; e
- ✓ As que mensuram a duração cumulativa das interrupções ocorridas durante um determinado intervalo de tempo.

Qualidade no Setor Elétrico Brasileiro

ELT 428 – QUALIDADE DE ENERGIA

Indicadores de Confiabilidade do fornecimento ao consumidor final:

- ✓ A frequência de interrupções está associada principalmente às condições físicas dos ativos da distribuidora:
- ✓ A configuração da rede,
- ✓ O grau de redundância e o estado dos equipamentos (idade dos equipamentos e qualidade de sua manutenção).
- ✓ Assim, a frequência está mais associada aos dispêndios de capital (capex), isto é, aos investimentos realizados pela empresa ao longo dos anos.

Qualidade no Setor Elétrico Brasileiro

ELT 428 – QUALIDADE DE ENERGIA

Indicadores de Confiabilidade do fornecimento ao consumidor final:

- ✓ Já a duração das interrupções está associada principalmente aos recursos humanos e materiais disponibilizados para realizar reparos visando à recomposição e ao reparo da rede, ou seja, está mais associada aos custos operacionais (opex) incorridos pela distribuidora.

Qualidade no Setor Elétrico Brasileiro

ELT 428 – QUALIDADE DE ENERGIA

Indicadores de Confiabilidade do fornecimento ao consumidor final :

- ✓ O FEC – Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora – indica o número de interrupções médio de um determinado conjunto de consumidores no período de apuração (soma do número de interrupções sofridas em cada unidade consumidora no período de apuração, dividida pelo número de unidades consumidoras).
- ✓ FIC para consumidor individual.

Qualidade no Setor Elétrico Brasileiro

ELT 428 – QUALIDADE DE ENERGIA

Indicadores de Confiabilidade do fornecimento ao consumidor final :

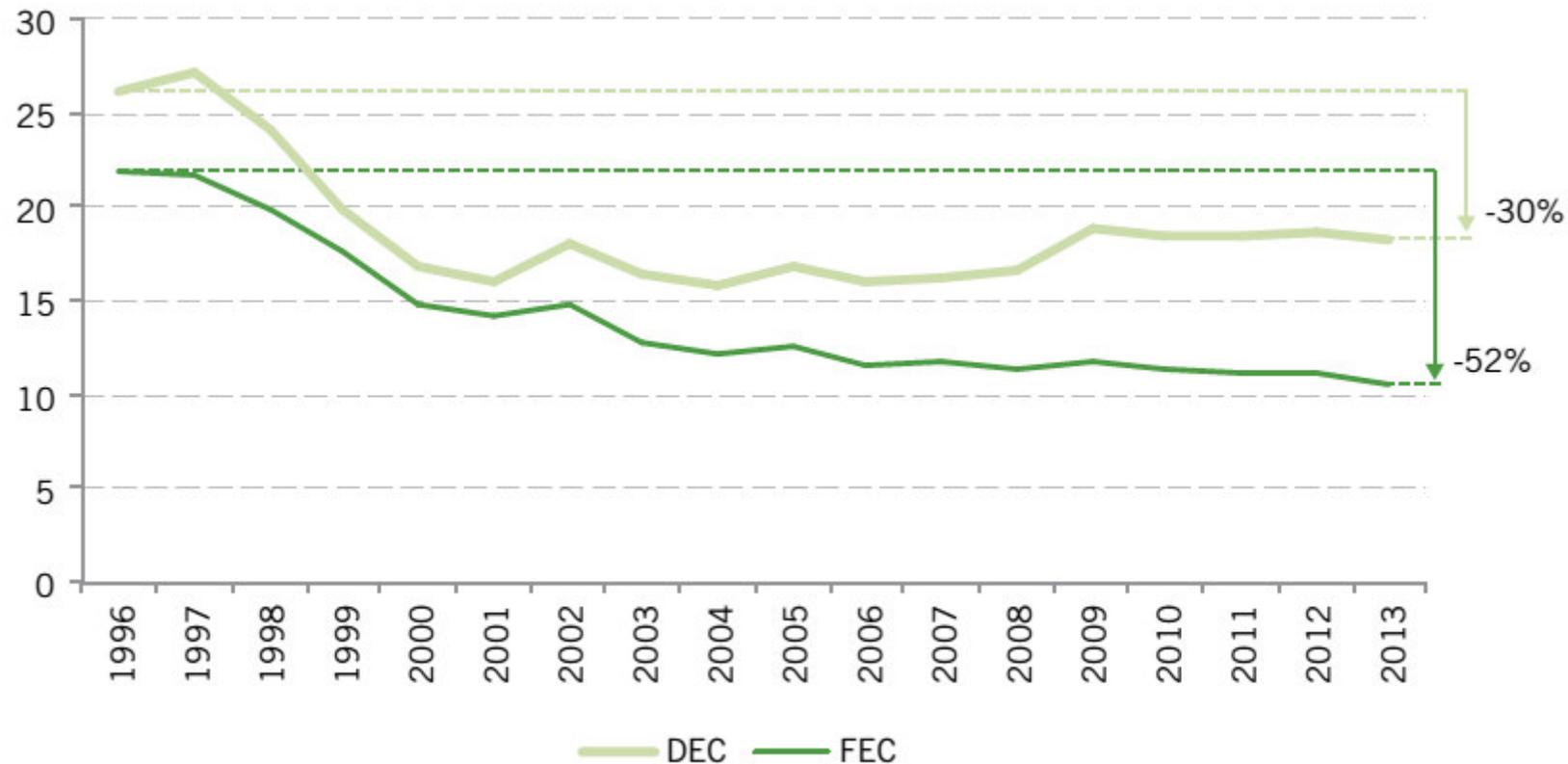
- ✓ O DEC – Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora – indica a média de horas que os consumidores de um determinado conjunto fiaram sem fornecimento de energia no período de apuração (soma do número de horas que cada unidade consumidora passou sem energia no período de apuração, dividida pelo número de unidades consumidoras).
- ✓ DIC para consumidor individual. DMIC é a duração máxima permitida da interrupção.

Qualidade no Setor Elétrico Brasileiro

ELT 428 – QUALIDADE DE ENERGIA

Indicadores de Confiabilidade do fornecimento ao consumidor final :

Trajetória média no Brasil (fonte: ANEEL):



Qualidade no Setor Elétrico Brasileiro

ELT 428 – QUALIDADE DE ENERGIA

Indicadores de Confiabilidade do fornecimento ao consumidor final :

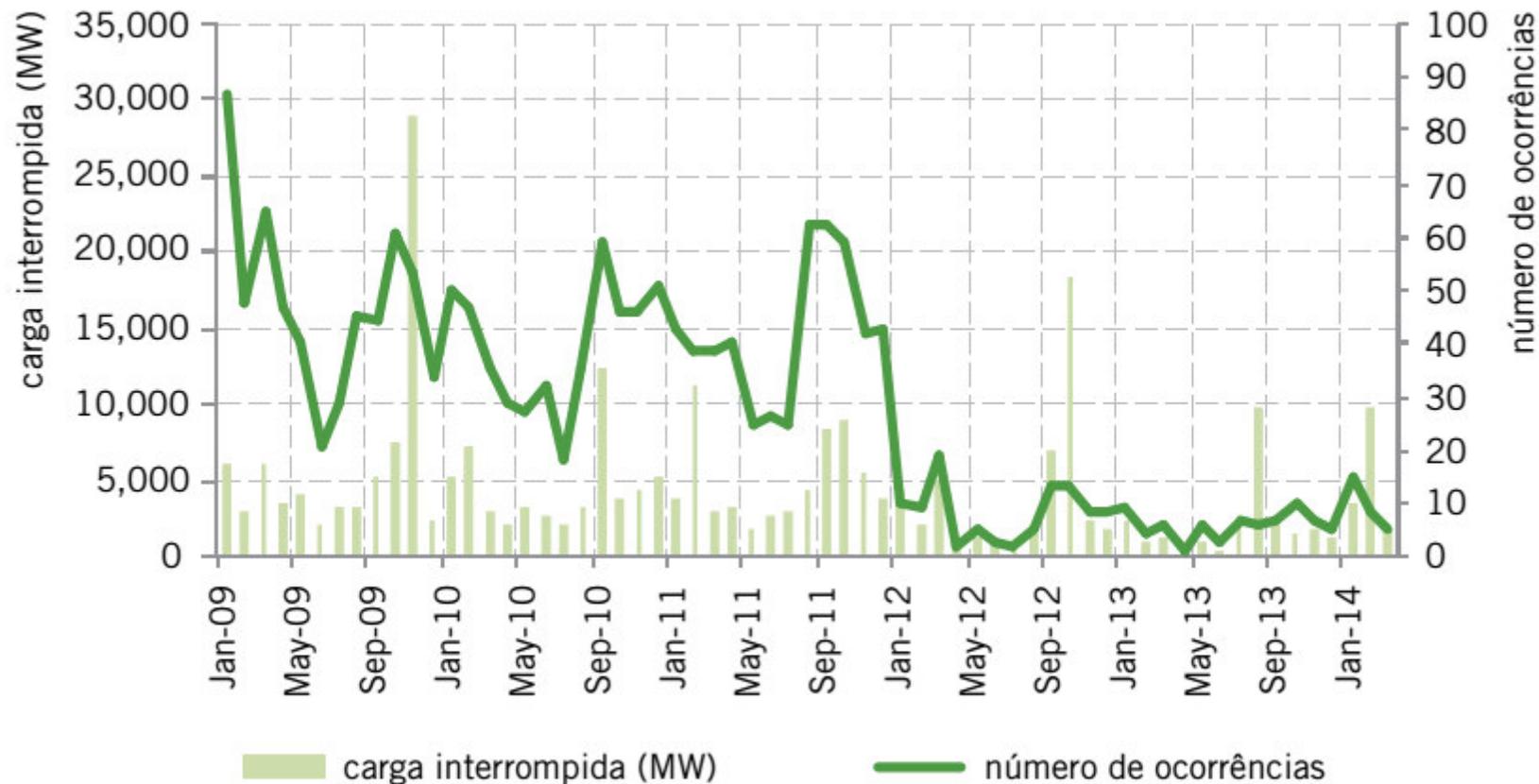
- ✓ A fim de obter um melhor diagnóstico sobre a gestão da qualidade por parte das distribuidoras, a ANEEL exige que as concessionárias reportem os tempos médios de atendimento de forma segmentada, em três categorias:
- ✓ Preparação (73%);
- ✓ Deslocamento (12%);
- ✓ Execução (15%).
- ✓ Dados de 2011 a 2013 – 5,9 horas

Qualidade no Setor Elétrico Brasileiro

ELT 428 – QUALIDADE DE ENERGIA

Indicadores de Confiabilidade do fornecimento ao consumidor final :

Figura 3: Número de ocorrências e demanda interrompida no Sistema Interligado e nos Sistemas Isolados



Fonte: MME – Boletim de Monitoramento do Sistema Elétrico.

Qualidade no Setor Elétrico Brasileiro

ELT 428 – QUALIDADE DE ENERGIA

Indicadores de Confiabilidade na rede básica de transmissão:

- ✓ No que se refere à frequência de interrupções, a maior parte de ocorrências surge nas redes de distribuição. Isso é esperado devido à capilaridade das redes de distribuição e à alta exposição de tais redes ao surgimento de ocorrências.
- ✓ Afinal, são cerca de 2 milhões de quilômetros de linhas de distribuição no Brasil, número que contrasta com os 107 mil quilômetros de linhas de transmissão.

Qualidade no Setor Elétrico Brasileiro

ELT 428 – QUALIDADE DE ENERGIA

Indicadores de Confiabilidade na rede básica de transmissão:

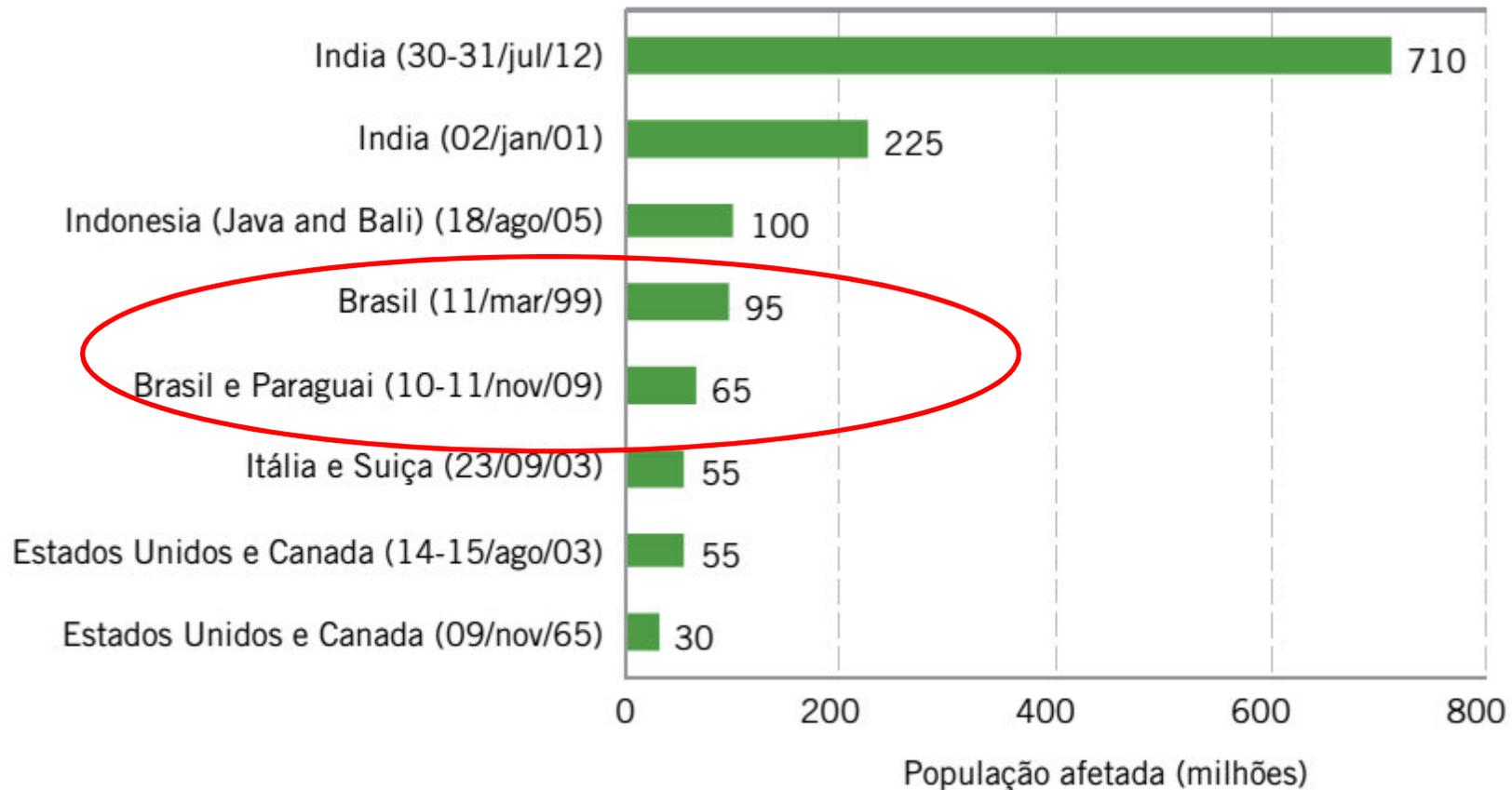
- ✓ As ocorrências na Rede Básica de Transmissão podem ser muito mais dramáticas, pois quando resultam em interrupção (seja por falha de geradores ou da própria rede de transmissão) tendem a provocar blecautes de grandes proporções.

Qualidade no Setor Elétrico Brasileiro

ELT 428 – QUALIDADE DE ENERGIA

Indicadores de Confiabilidade na rede básica de transmissão:

Figura 4: Maiores blecautes no mundo por população afetada



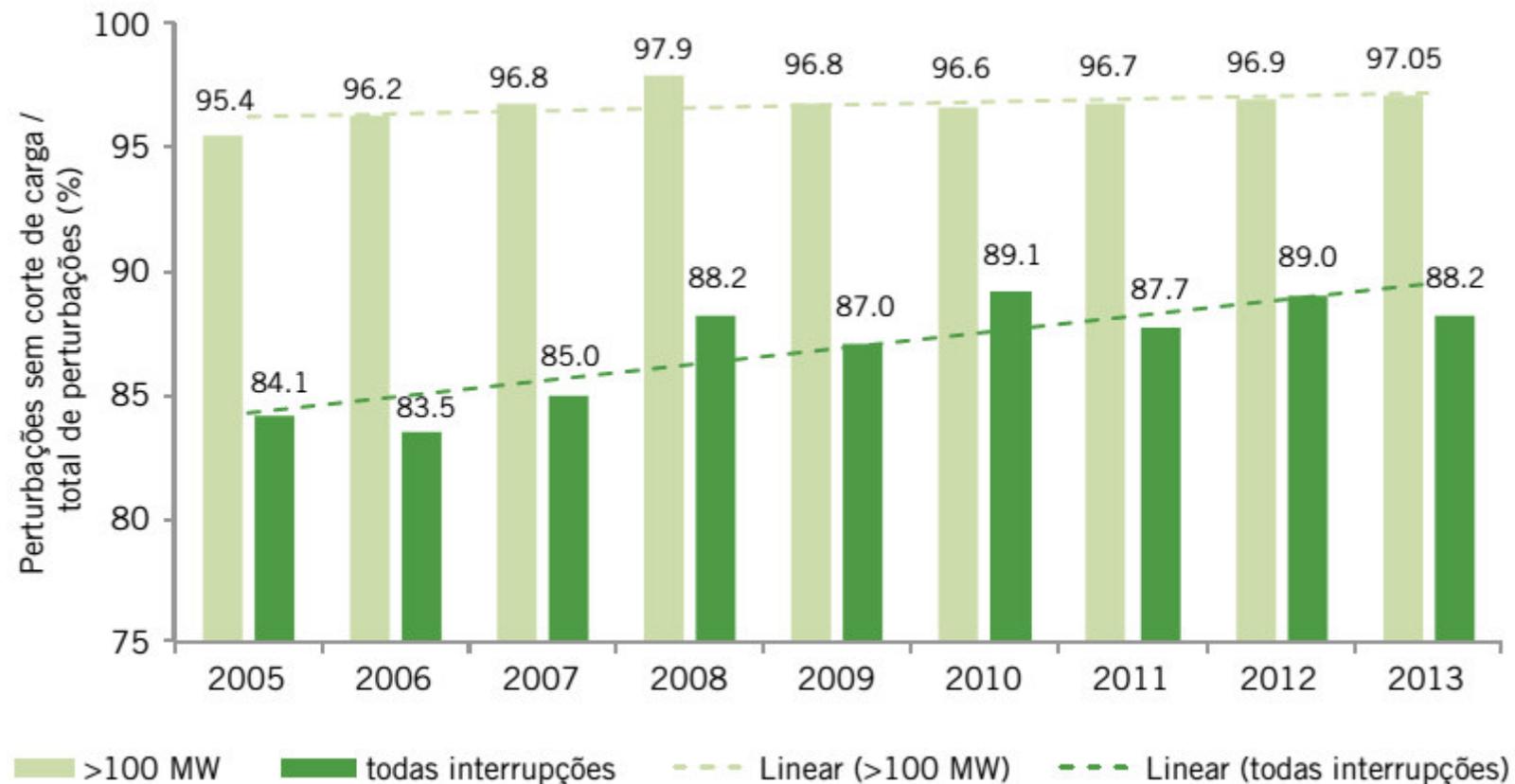
Fonte: Clean Technica, Union of Concerned Scientists, Ovoenergy, Associated Press.

Qualidade no Setor Elétrico Brasileiro

ELT 428 – QUALIDADE DE ENERGIA

Indicadores de Confiabilidade na rede básica de transmissão:

Figura 6: Percentual de perturbações sem corte de carga



Fonte: ONS.

Indicadores de Conformidade

O fator usualmente monitorado para avaliar a conformidade é o nível de tensão, que é classificada como:

- **adequada;**
- **precária;**
- **crítica.**



Prodlist, submódulo 8.1 – ANEEL

A amplitude das faixas de tensão de cada categoria varia dependendo da tensão nominal contratada.

Indicadores de Conformidade

- ✓ O índice de duração relativa da transgressão para tensão precária – DRP: representa o percentual das leituras em que o nível de tensão estava na faixa de tensão classificada como precária; e
- ✓ O índice de duração relativa da transgressão para tensão crítica – DRC indica o percentual de leituras na faixa de tensão crítica.

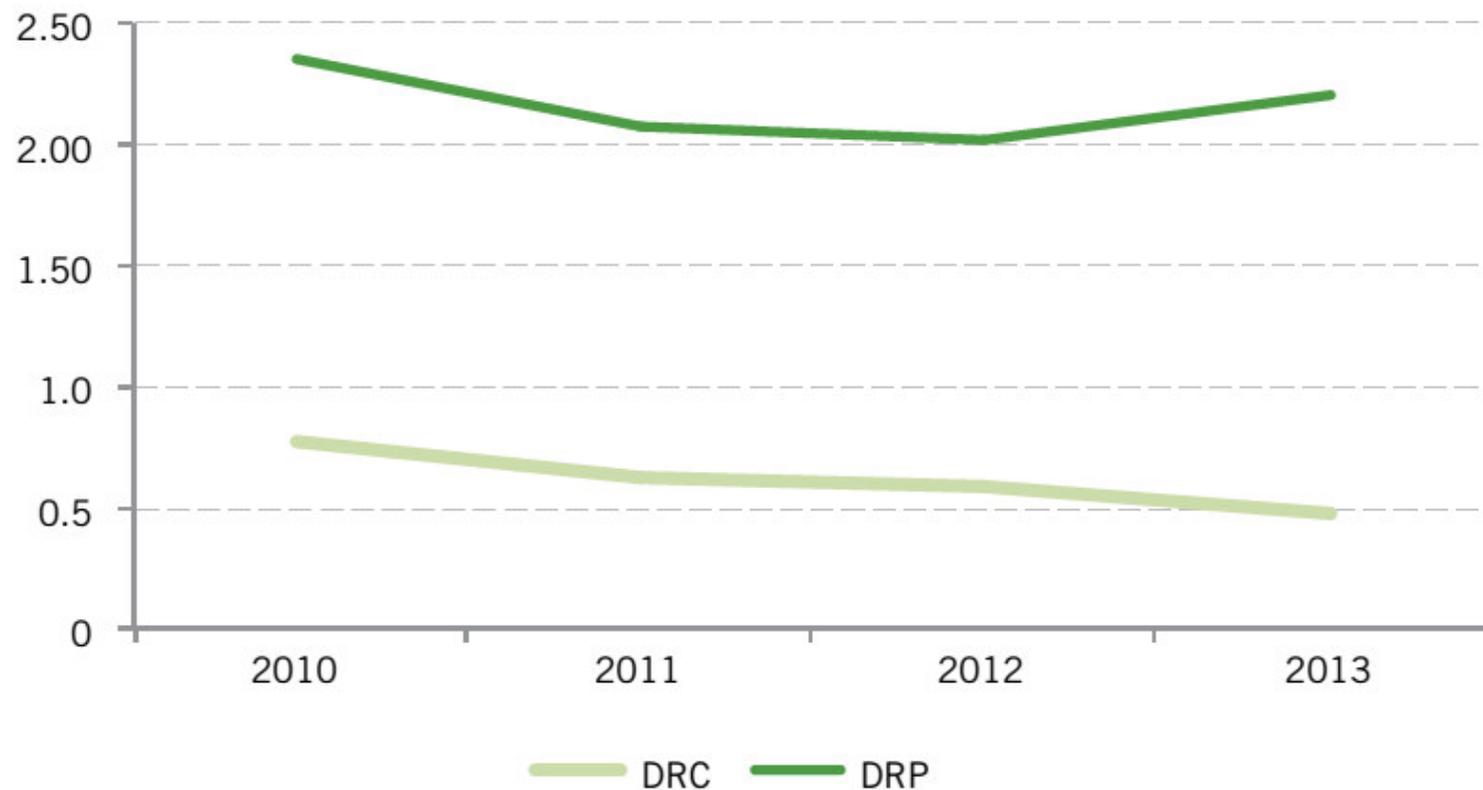
Qualidade no Setor Elétrico Brasileiro

ELT 428 – QUALIDADE DE ENERGIA

Indicadores de Conformidade

- relativa da transgressão para tensão precária – **DRP**
- relativa da transgressão para tensão crítica – **DRC**.

Figura 8: Incidência de nível de tensão precária e crítica



Indicadores de Presteza

- ✓ A ANEEL preocupa-se não somente com a qualidade técnica do fornecimento de energia, mas também com o atendimento comercial ao consumidor.
- ✓ Cerca de 95% das reclamações são resolvidas no âmbito da empresa de distribuição. Outros 3% são resolvidos mediante apelo à ouvidoria da distribuidora. E pouco mais de 1% são resolvidos no âmbito da agência reguladora.

Indicadores de Presteza

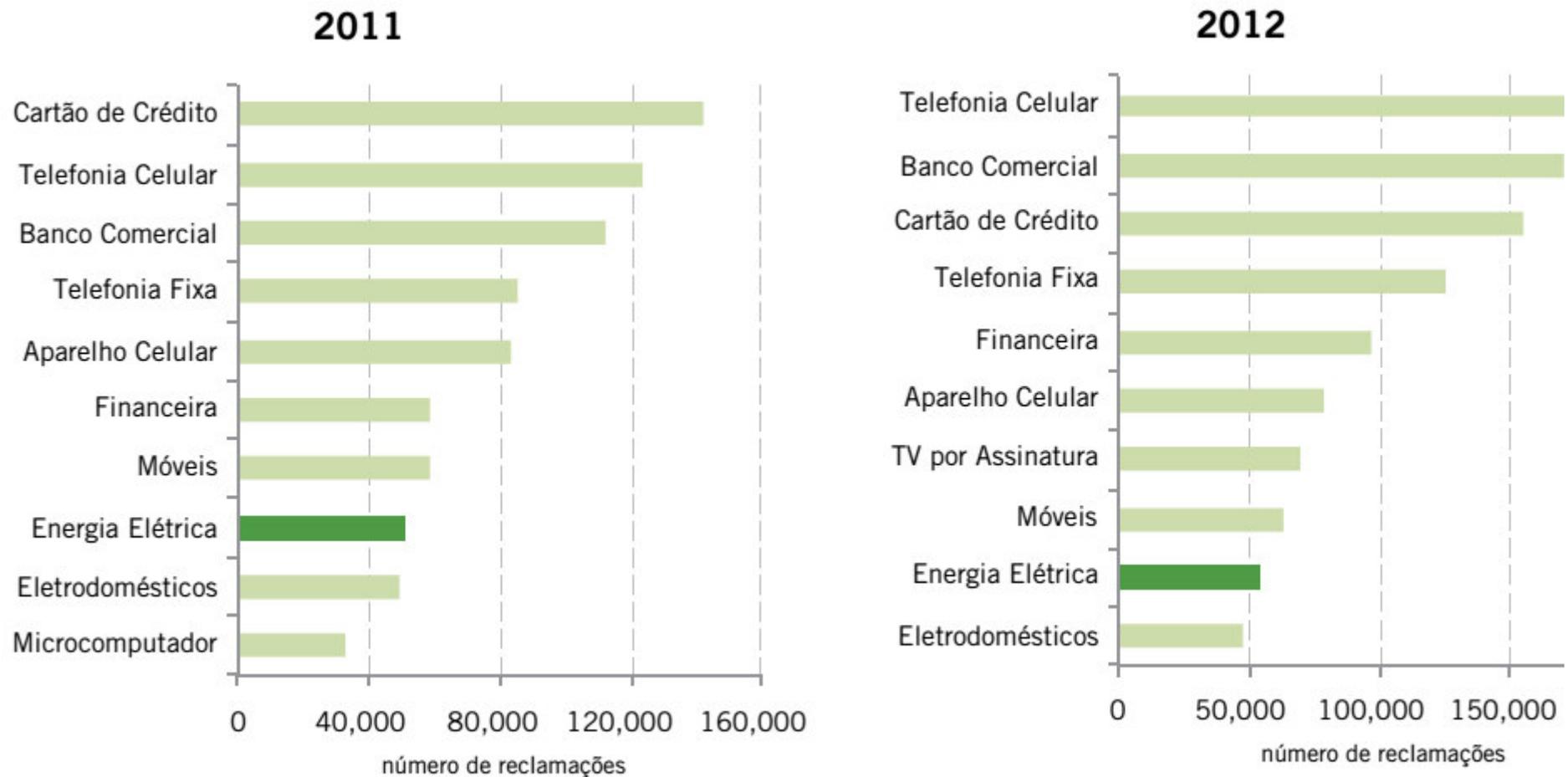
- ✓ Frequência Equivalente de Reclamação – FER: mede a quantidade de reclamações procedentes a cada mil unidades consumidoras da distribuidora; e
- ✓ • Duração Equivalente de Reclamação – DER: mede o prazo médio de solução das reclamações procedentes solucionadas pela distribuidora (medido em dias).

Qualidade no Setor Elétrico Brasileiro

ELT 428 – QUALIDADE DE ENERGIA

Indicadores de Presteza

Figura 9: Número de reclamações recebidas pelos órgãos de defesa do consumidor



Fonte: Sistema Nacional de Defesa do Consumidor.

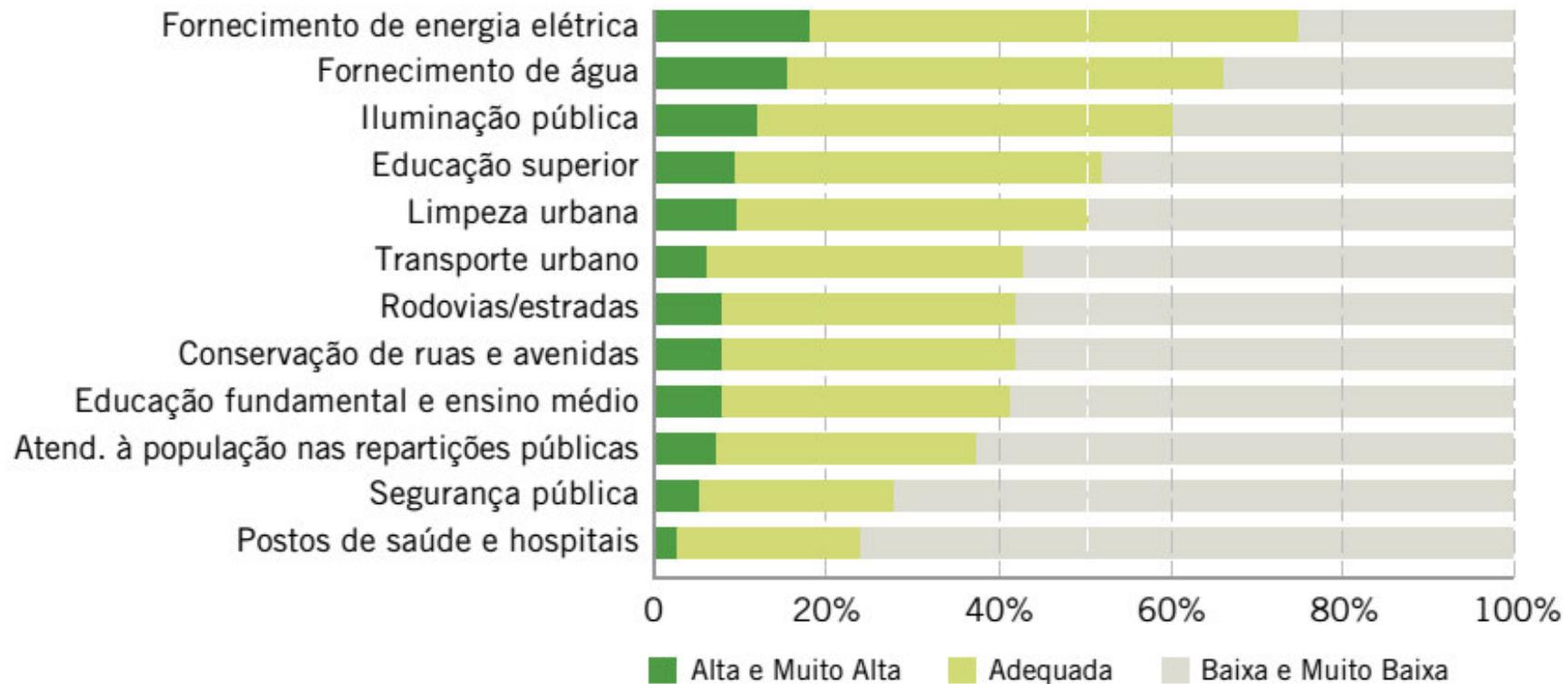
PROF. HEVERTON AUGUSTO PEREIRA – Departamento de Engenharia Elétrica – UFV

Qualidade no Setor Elétrico Brasileiro

ELT 428 – QUALIDADE DE ENERGIA

Indicadores de Presteza

Figura 10: Qualidade do Serviço Público



* Percentual calculado considerando apenas os entrevistados que avaliaram o serviço, ou seja, que responderam à pergunta.

Fonte: CNI/Ibope.

Qualidade no Setor Elétrico Brasileiro

ELT 428 – QUALIDADE DE ENERGIA

Indicadores de Presteza

Índice de Satisfação da Qualidade Percebida (ISQP);
Índice Aneel de Satisfação do Consumidor (IASC).

Abradee: Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica

Figura 11: Pesquisas de Satisfação do Cliente



Fonte: Aneel e Abradee.

Qualidade no Setor Elétrico Brasileiro

ELT 428 – QUALIDADE DE ENERGIA

Conclusão:

A revisão dos diversos indicadores de qualidade ao longo das três dimensões (confiabilidade, conformidade e atendimento comercial) indica que houve melhoras substanciais na qualidade do fornecimento de energia elétrica no Brasil nas últimas décadas.

Aneel recebeu apenas 0,42% das multas pelo apagão de novembro de 2009

POR MÔNICA TAVARES ///

07/07/2011 0:00 / atualizado 03/11/2011 19:08



BRASÍLIA - A Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) demorou 1 ano e 8 meses para conseguir multar as sete empresas responsáveis pelo apagão de novembro de 2009. O blecaute de energia elétrica atingiu 18 estados na noite de terça-feira 11 de novembro e se estendeu pela madrugada do dia 12. No total, as empresas terão que pagar multas que totalizam R\$ 47.430.500, mas a agência conseguiu receber apenas 0,42% deste valor ou R\$ 199,8 mil.