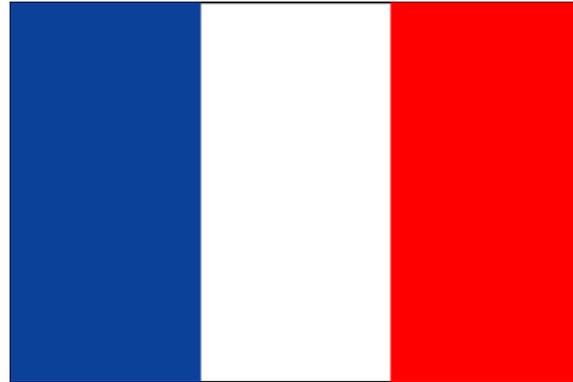


**UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA  
ELT 428 – QUALIDADE DE ENERGIA**

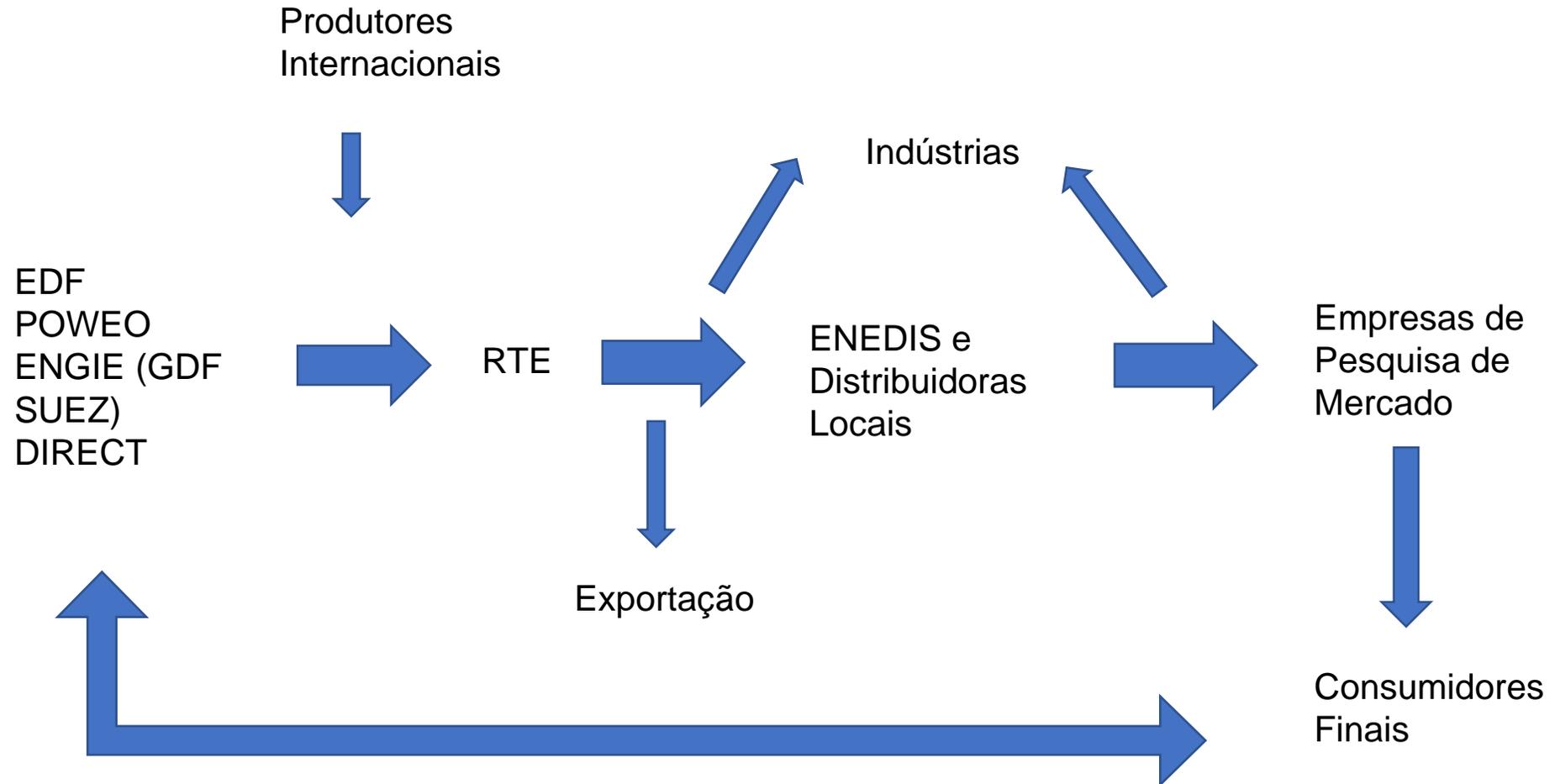
**A QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA  
DO BRASIL EM RELAÇÃO AOS  
CONTEXTOS FRANCÊS E INDIANO**

**João Victor Matos Farias – 78371  
Ítallo Sávio de Melo - 78372**

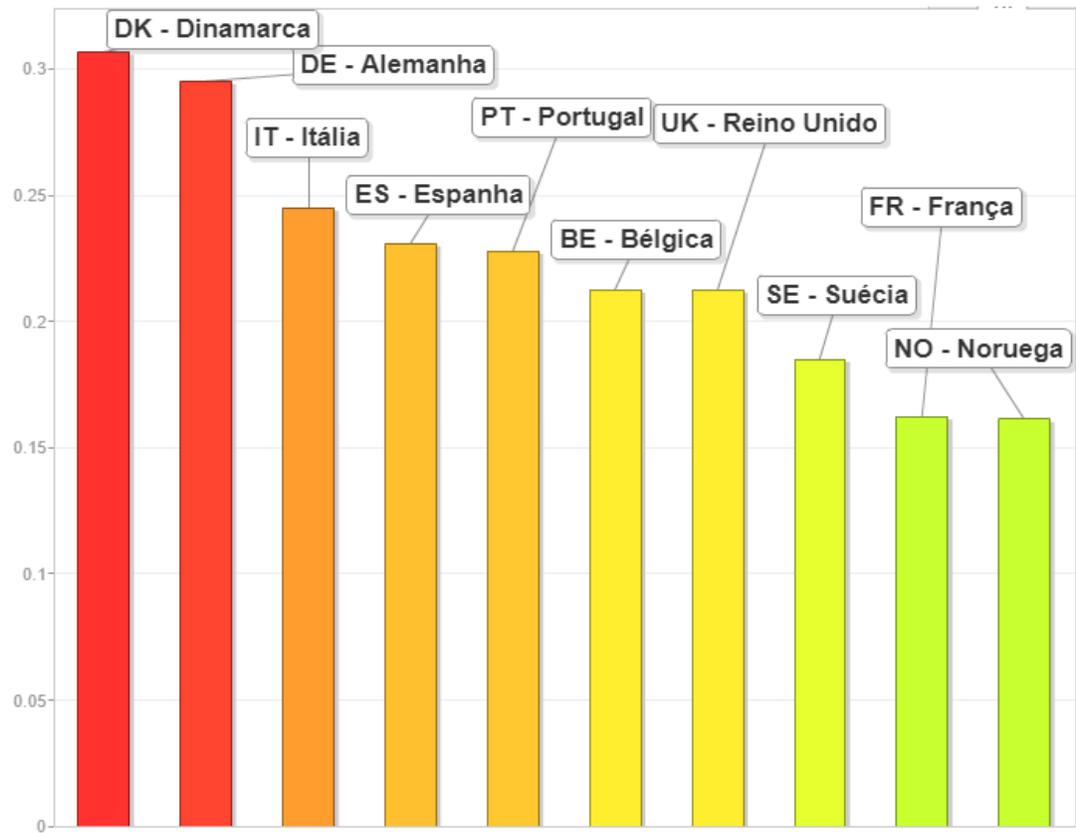
# **SISTEMA ELÉTRICO FRANCÊS**



## A CRE – COMMISSION DE RÉGULATION DE L'ENERGIE



# Custo da Eletricidade Francesa

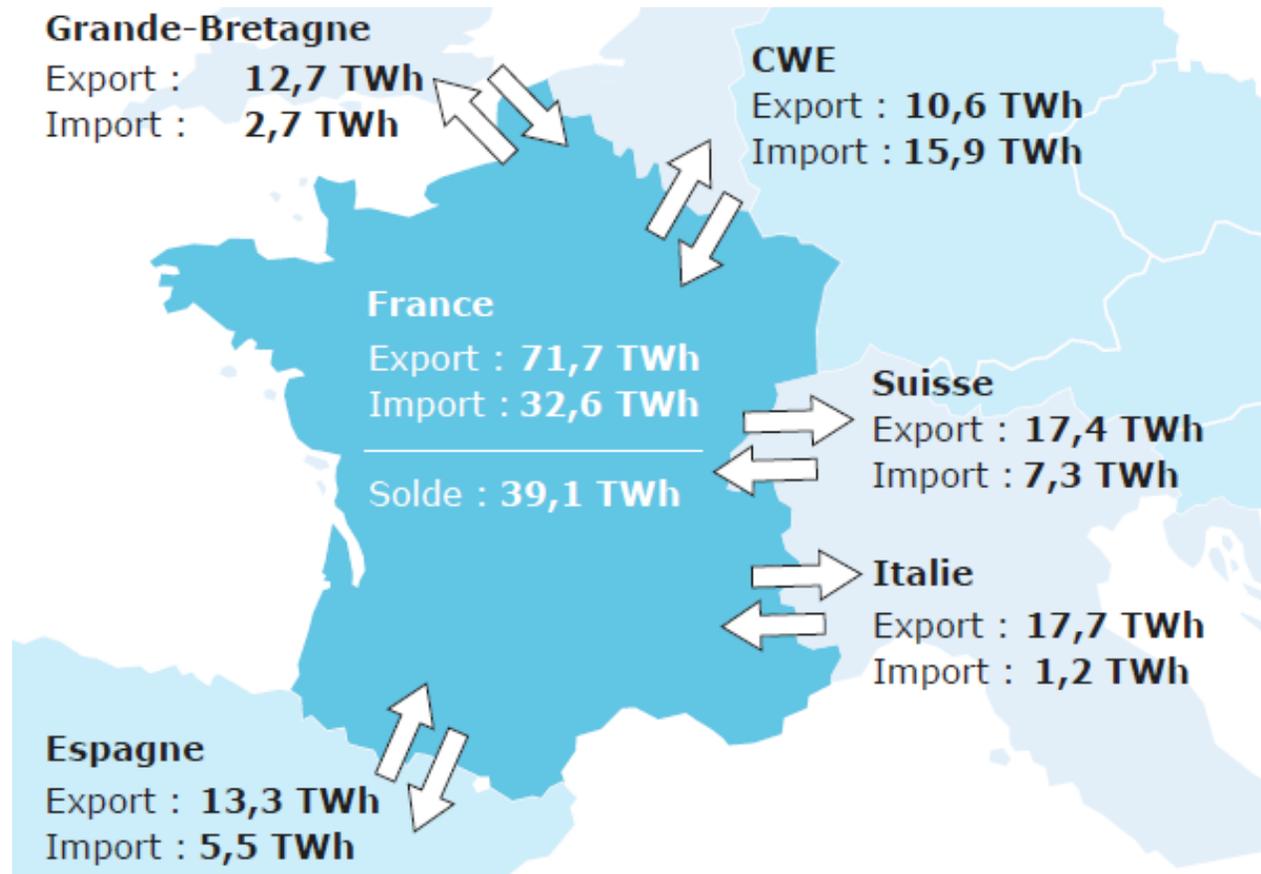


PorData – Estatísticas Portugal, 2015

PREÇO BRASIL : R\$ 292,7 por MWh  
(Site Estadão 2014)

PREÇO FRANÇA: € 36,75 (R\$ 136,34) por MWh  
(CRE Rapport d'Activité 2016)

# Câmbio francês na UE



Capacidade Instalada:  
França: 129 GW.  
Brasil: 121 GW.

Produção no Brasil: 581,5 TWh.  
Consumo no Brasil: 448,1 TWh.

Produção na França: 531,3 TWh.  
Consumo na França: 483,0 TWh.

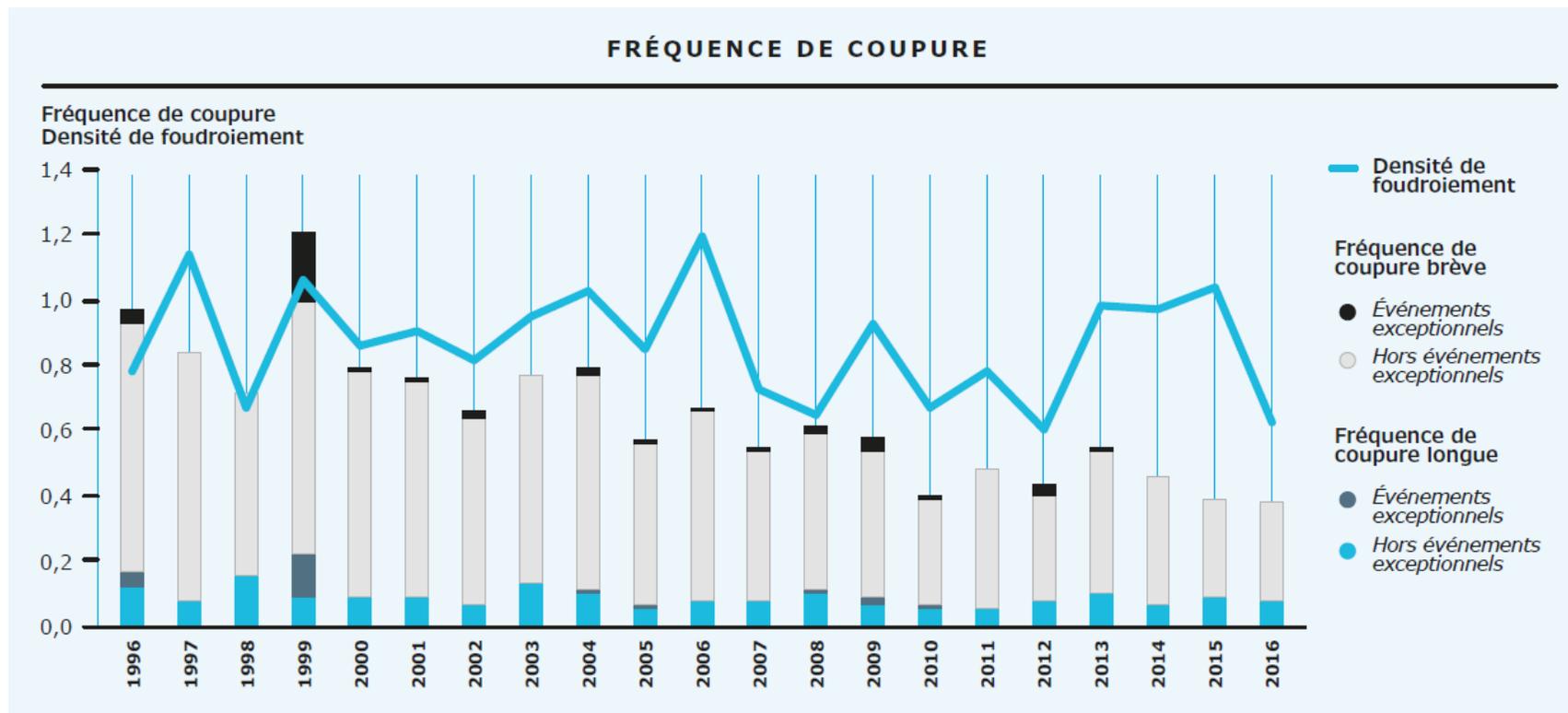
*Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2016 - EPE*

*Bilan de Sûreté 2016 - RTE*

# Qualidade de Energia

- **Confiabilidade**
- Conformidade
- Atendimento comercial

# Interrupções - Transmissão

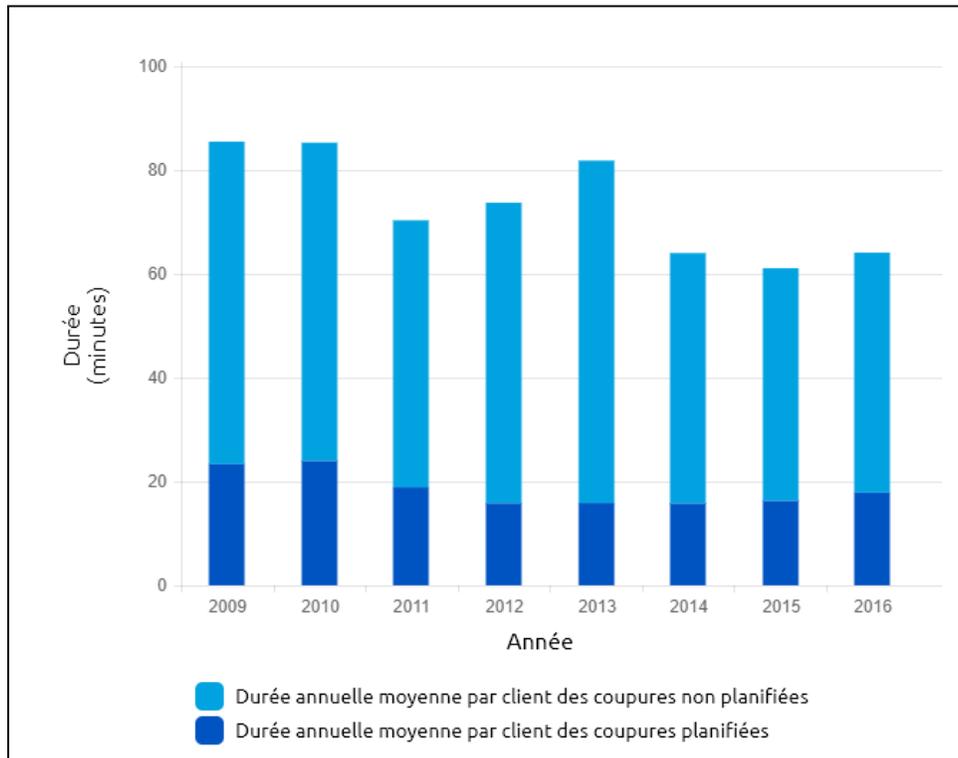


Rapport Annuel sur la Qualité de l'Électricité-2016

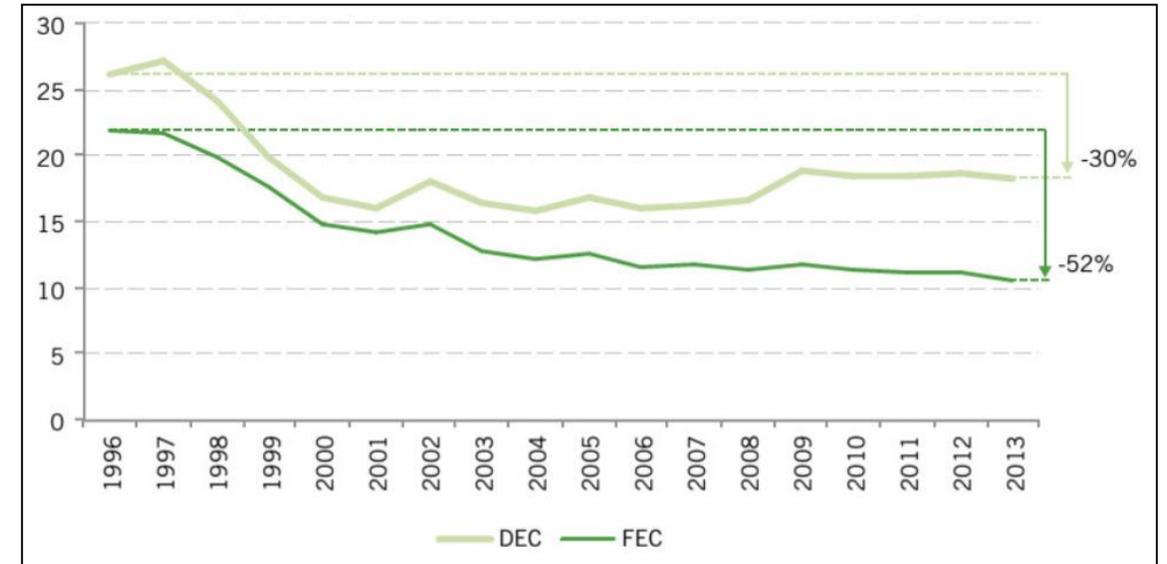
**TCE=2min54s**

**Continuidade de tensão assegurada em 99,9994% do tempo.**

# Interrupções - Distribuição



Site ENEDIS



ANEEL

# Perdas

França:

- 2,19% no sistema de transmissão (RTE).
- 6% no sistema de distribuição (ENEDIS).

*Connaissances de L'Energie de France*

Brasil:

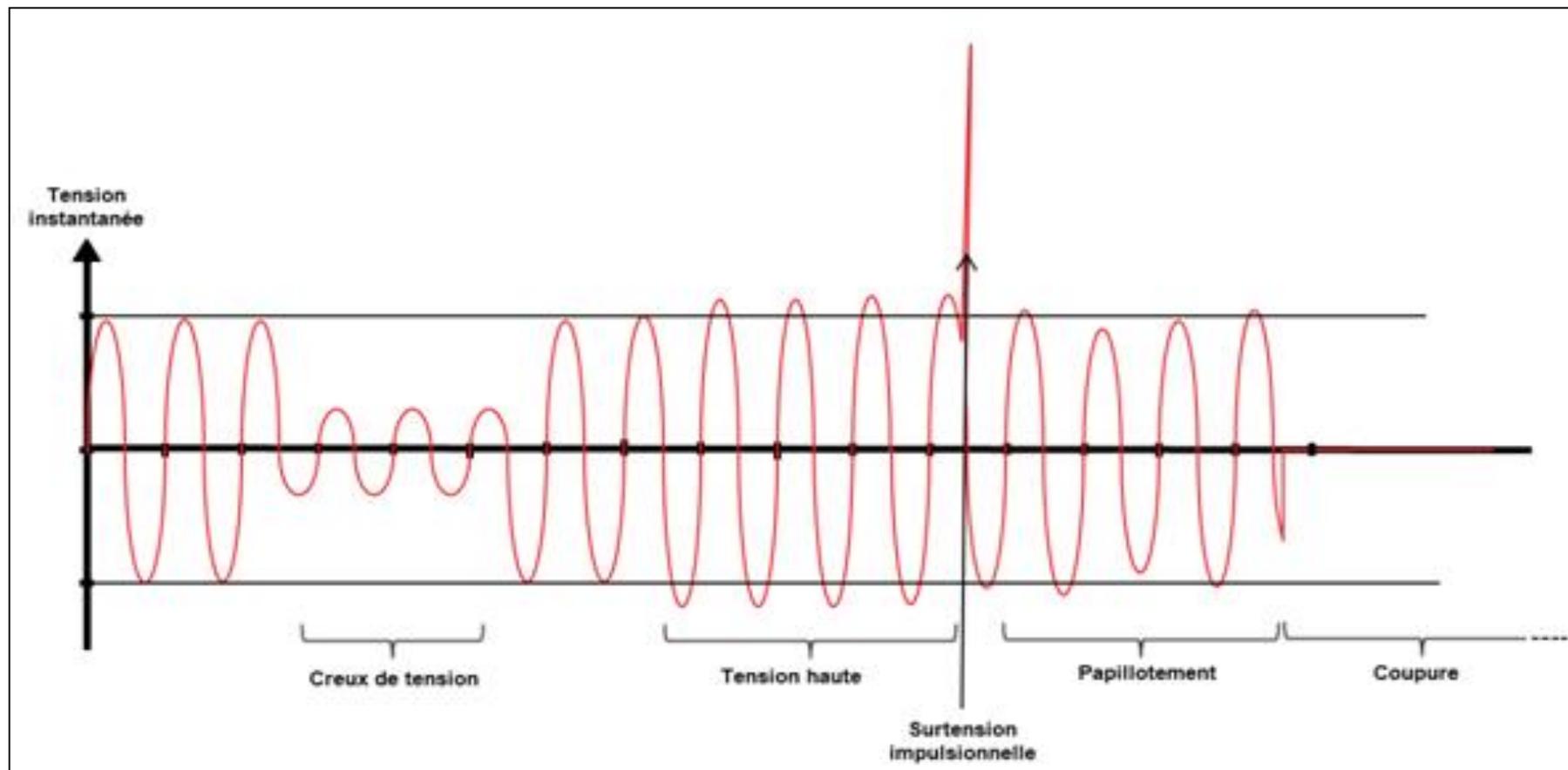
- 4,2% no sistema de transmissão.
- 13,3% no sistema de distribuição.

*Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2016 - EPE*

# Qualidade de Energia

- Confiabilidade
- Conformidade
- Atendimento comercial

# Variações na Tensão



# Variações na Tensão

Phénomènes	Engagement standards des gestionnaires de réseau		
	CART proposé par le gestionnaire de réseau de transport RTE	CARD soutirage HTA proposé par le gestionnaire de réseau de distribution ERDF	Engagements d'ERDF pour les utilisateurs BT
Coupures pour travaux	5 jours par période de 3 ans	2 coupures de 4 heures par an	10 heures par coupure
Coupures	En fonction de l'historique, jusqu'à 1 coupure longue et 5 coupures brèves par an	En fonction de la zone, jusqu'à 6 coupures longues et 30 coupures brèves par an	
Niveau de tension <i>Tension haute et Tension basse</i>  Moyenne de la valeur efficace sur 10 minutes	<p><b>40-90 kV</b> Plage de <math>\pm 8\%</math> de la Tension d'Alimentation Déclarée, précisée dans le contrat</p> <p><b>150 kV</b> Plage de <math>\pm 10\%</math> de la Tension d'Alimentation Déclarée, précisée dans le contrat</p> <p><b>225 kV</b> Plage 200 kV - 245 kV</p> <p><b>400 kV</b> Plage 380 kV - 420 kV</p>	Plage de $\pm 5\%$ de la Tension Contractuelle, précisée dans le contrat	Plage de $\pm 10\%$ de la Tension Nominale (230 V ou 400 V)
Papillotement	$P_{it} \leq 1$		
Déséquilibre	$\tau_{vm} \leq 2\%$		
Fréquence	Plage 49,5 Hz - 50,5 Hz  En cas de séparation avec le réseau européen, la plage est élargie à 47 Hz - 52 Hz	Conformément à la norme EN 50 160 : 49,5 Hz - 50,5 Hz pendant 99,5 % d'une année 47 Hz - 52 Hz 100 % du temps	
Creux de tension			

Pontos de conexão superiores a 230kV:  
Variação Máxima de 7%.

Pontos de conexão superiores entre 69kV e 230kV:  
Variação de 10% para subtensão e 7% para sobretensão.

Pontos de conexão superiores entre 1kV e 69kV:  
Variação de 10% para subtensão e 5% para sobretensão.

Pontos de conexão superiores a 1kV:  
Variação de 13% para subtensão e 6% para sobretensão.

Desequilíbrios: 3% para tensão inferior a 1kV e 2% para tensões até 230kV.

Frequência entre 59,9Hz e 60,1Hz.

# Harmônicos

Tableau 1 – Valeurs des tensions harmoniques aux points de livraison, jusqu'au rang d'harmonique 25, exprimées en pourcentage de la tension fondamentale  $u_1$

Harmoniques impairs				Harmoniques pairs	
Non multiples de 3		Multiples de 3			
Rang h	Amplitude relative $u_h$	Rang h	Amplitude relative $u_h$	Rang h	Amplitude relative $u_h$
5	6,0 %	3	5,0 %	2	2,0 %
7	5,0 %	9	1,5 %	4	1,0 %
11	3,5 %	15	0,5 %	6 ... 24	0,5 %
13	3,0 %	21	0,5 %		
17	2,0 %				
19	1,5 %				
23	1,5 %				
25	1,5 %				

NOTE Les valeurs correspondant aux harmoniques de rang supérieur à 25 étant généralement faibles et très imprévisibles en raison des effets de résonance, elles ne sont pas indiquées dans ce tableau.

EN 50160:2010

Tabela 4 - Níveis de referência para distorções harmônicas individuais de tensão (em porcentagem da tensão fundamental)

Ordem Harmônica	Distorção Harmônica Individual de Tensão [%]				
	$V_n \leq 1$ kV	$1$ kV < $V_n \leq 13,8$ kV	$13,8$ kV < $V_n \leq 69$ kV	$69$ kV < $V_n < 230$ kV	
Ímpares não múltiplas de 3	5	7,5	6	4,5	2,5
	7	6,5	5	4	2
	11	4,5	3,5	3	1,5
	13	4	3	2,5	1,5
	17	2,5	2	1,5	1
	19	2	1,5	1,5	1
	23	2	1,5	1,5	1
	25	2	1,5	1,5	1
Ímpares múltiplas de 3	>25	1,5	1	1	0,5
	3	6,5	5	4	2
	9	2	1,5	1,5	1
	15	1	0,5	0,5	0,5
	21	1	0,5	0,5	0,5
Pares	>21	1	0,5	0,5	0,5
	2	2,5	2	1,5	1
	4	1,5	1	1	0,5
	6	1	0,5	0,5	0,5
	8	1	0,5	0,5	0,5
	10	1	0,5	0,5	0,5
	12	1	0,5	0,5	0,5
>12	1	0,5	0,5	0,5	

Prodlist - ANNEL

# Qualidade de Energia

- Confiabilidade
- Conformidade
- **Atendimento comercial**

# O Novo Mercado de Eletricidade

Desde **1 de julho de 2007**, os mercado de eletricidade é totalmente aberto totalmente à concorrência.

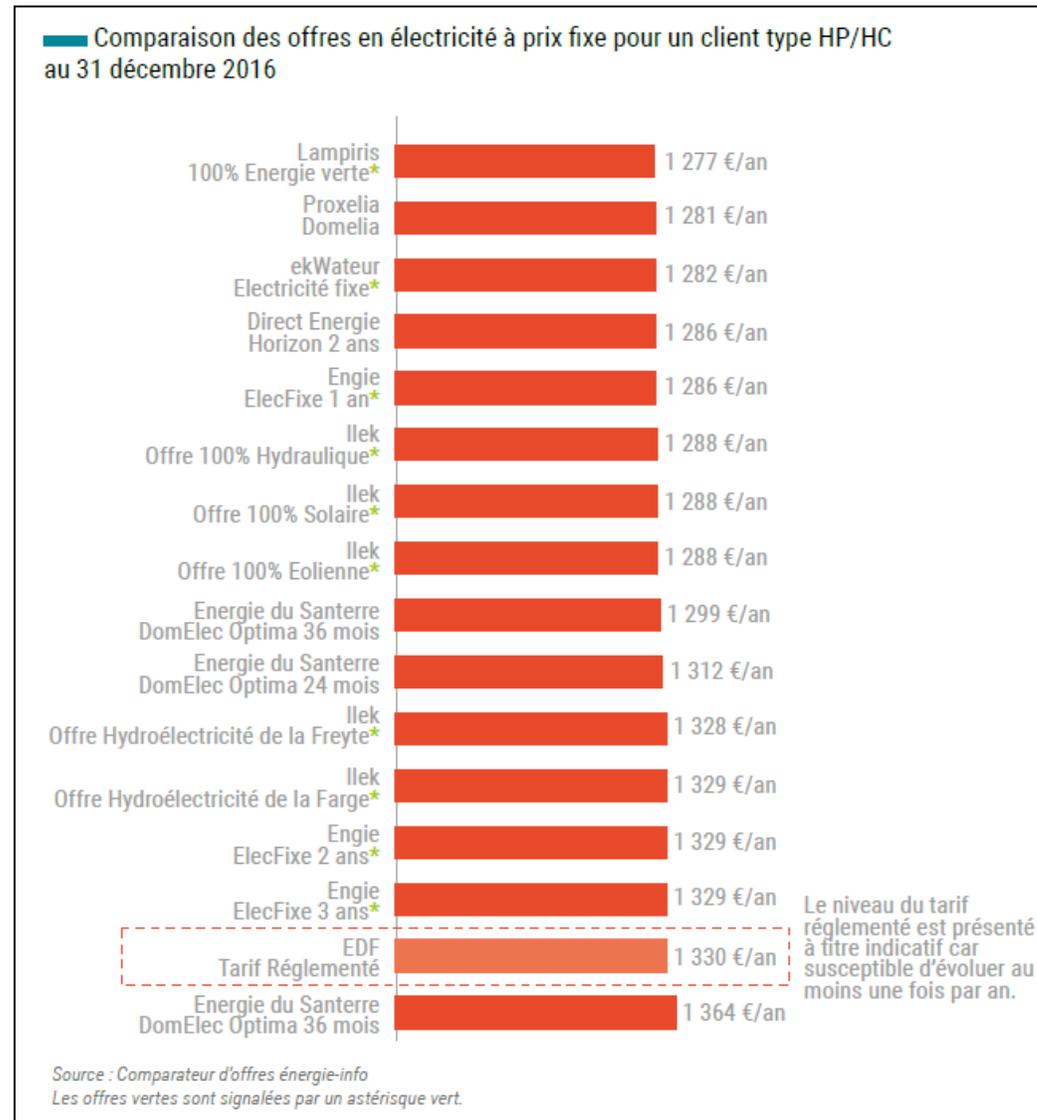
Características do novo mercado:

- Livre escolha do fornecedor de energia (produtor);
- Garantia da segurança de aquisição de energia;
- Conciliação entre a proteção do ambiente e crescimento das necessidades energéticas;
- Permite as autoridades de fiscalização a plena atuação;
- Promoção da concorrência livre e leal em benefício do usuário;
- Transporte e distribuição estruturalmente em monopólio.

Les grandes étapes de l'ouverture du marché de l'électricité			
	Clients concernés	Nombre de sites en France	Part du marché ouvert à la concurrence
1999	Gros consommateurs industriels (16 GWh/an)	1 300	30 %
2003	Industriels consommant plus de 7 GWh par an	3 500	37 %
2004	L'ensemble des consommateurs professionnels	4,5 millions	70 %
2007	Tous les clients, y compris les particuliers	Environ 30 millions	100 %

Site ENEDIS 2017

# O Novo Mercado de Eletricidade



# Recursos dos Clientes

Se o usuário de se sentir lezado em relação ao fornecimento de energia elétrica, ele deve contactar, nesta ordem:

- O gestor da rede, que pode ele mesmo tomar medidas corretivas para remediar o problema ou propor uma compensação;
- O Médiateur National de l'Énergie, para os pequenos consumidores;
- O Comité de Tratamento de Disputas e Sanções (CoRDIS), da CRE;
- Os tribunais competentes.

O ressarcimento se estabelece em 2% da parte fixa do preço anual de acesso às redes para um corte entre 6h e 12h, a 4% para um corte entre 12h e 18h e analogamente para um período inteiro de 6h.

*SITE CRE – Qualité de L'Énergie.*

# Bônus e Ressarcimentos

Incitations financières (€)		2015	2014	2013	2012	2011	2010
Versement aux utilisateurs	Nombre de rendez-vous planifiés non respectés par Enedis	-91 876	-14 343	-23 068	-47 608	-37 442	-44 693
	Nombre de pénalités versées pour l'envoi hors délai de propositions de raccordement	-450	-570	-450	-600	-3 760	NS
	Nombre de pénalités versées pour mise à disposition du raccordement non réalisée à la date convenue avec l'utilisateur	-2 350	-3 450	Non incité	Non incité	Non incité	Non incité
Versement au CRCP	Taux de mises en service avec déplacement réalisées dans les délais demandés	0	0	Non incité	Non incité	Non incité	Non incité
	Taux d'index électricité relevés et auto-relevés semestriellement	0	0	Non incité	Non incité	Non incité	Non incité
	Taux de réponse aux réclamations dans les 30 jours / 15 jours depuis le 1 <sup>er</sup> janvier 2014	0	0	0	0	0	0
	Nombre mensuel de réclamations traitées dans un délai supérieur à 30 jours calendaires	-112 590	-154 740	Non incité	Non incité	Non incité	Non incité
	Taux de respect du délai de transmission à RTE des courbes de mesure demi-horaires de chaque responsable d'équilibre	50 000	50 000	100 000	150 000	200 000	100 000
	Taux de disponibilité du portail fournisseurs	281 000	749 000	90 000	100 000	80 000	90 000
<b>Total des incitations financières</b>	<b>123 734</b>	<b>625 897</b>	<b>166 482</b>	<b>201 792</b>	<b>238 798</b>	<b>145 307</b>	

CONSUMIDOR

**Interrupções de energia geram R\$ 646,4 milhões em compensações aos consumidores em 2015**

Autor: ASSESSORIA DE IMPRENSA  
 Publicação: 06/05/2016 | 10:41  
 Última modificação: 10/05/2016 | 16:59

Tweetar

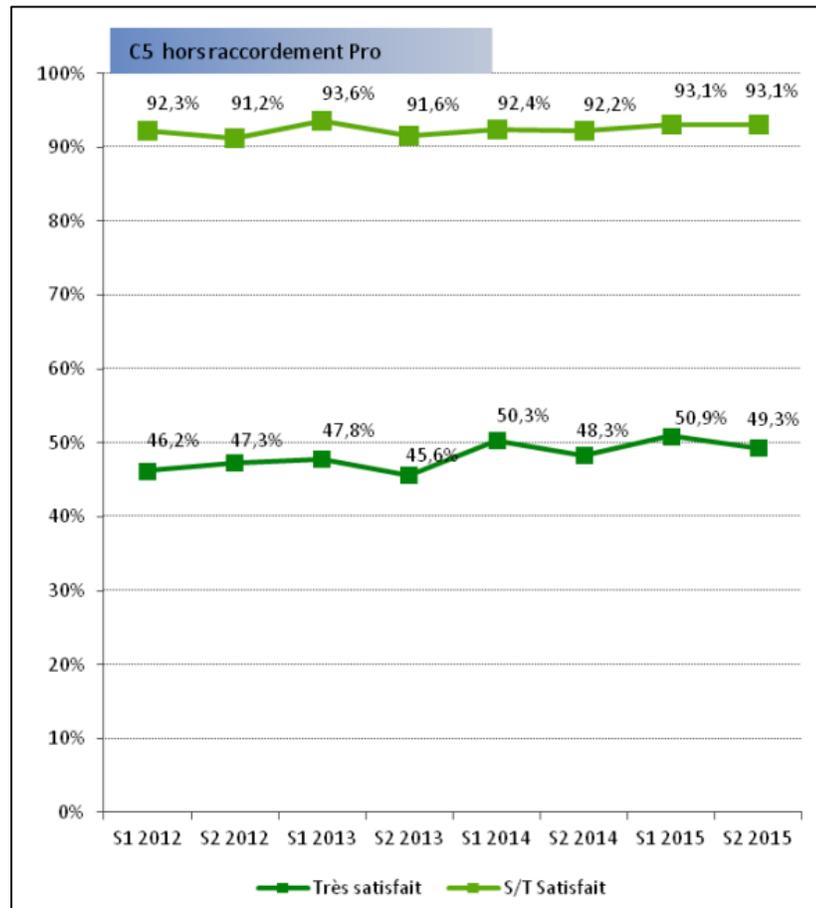


Site ANEEL

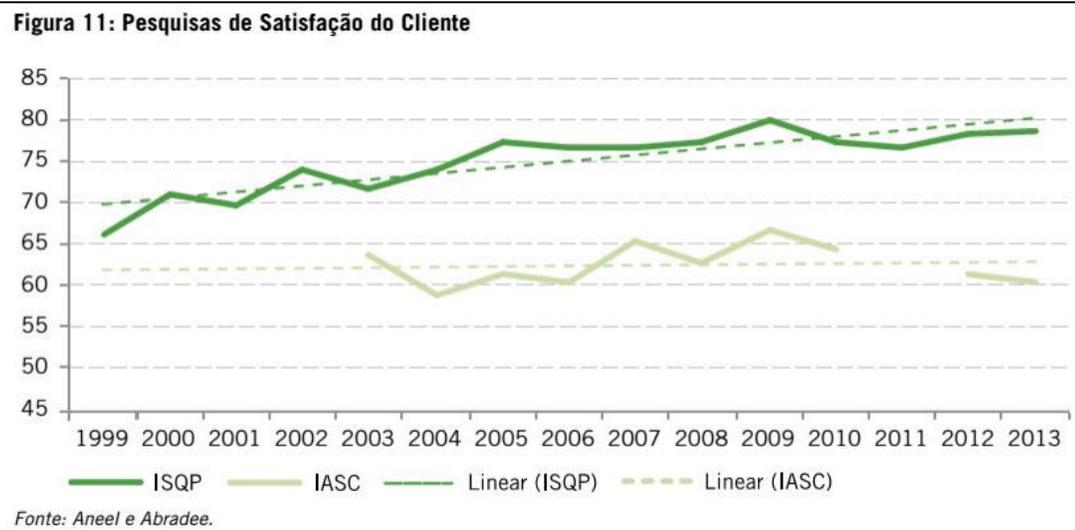
*Régulation incitative de la qualité de service des gestionnaires de réseaux électriques et gaziers en 2015 – CRE 2017*

# Avaliação do Consumidor

## Clientes comuns



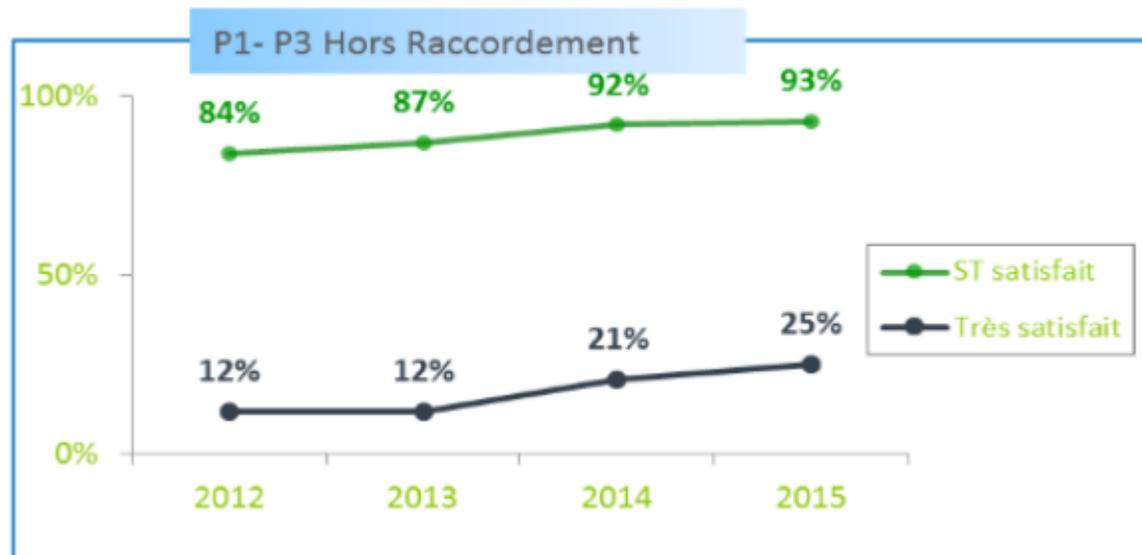
Rapport Qualité des Services ENEDIS 2016



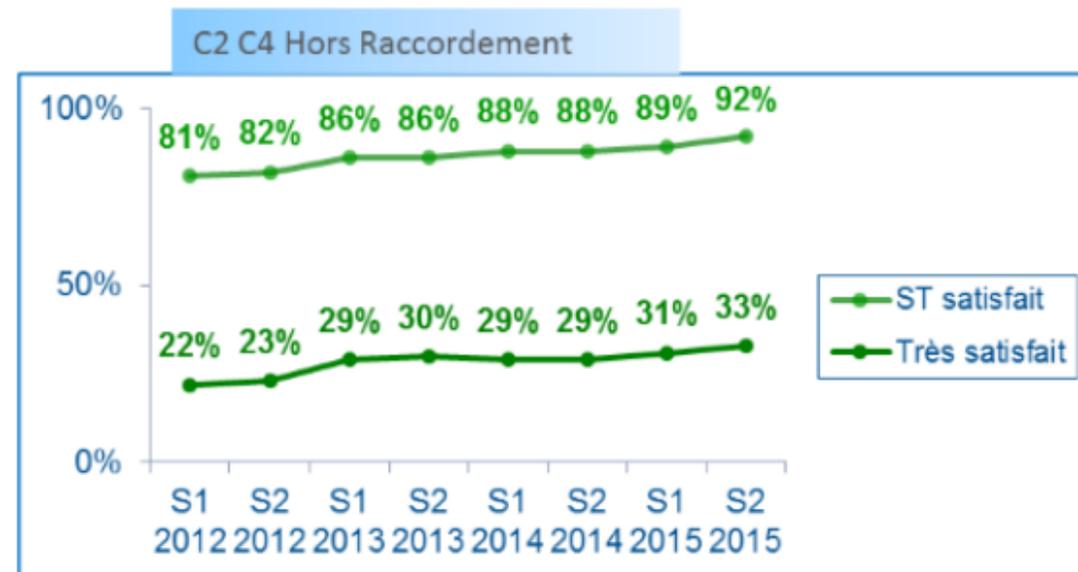
ANEEL E ABRADÉE

# Avaliação do Consumidor

## Cientes Produtores



## Cientes Empresários



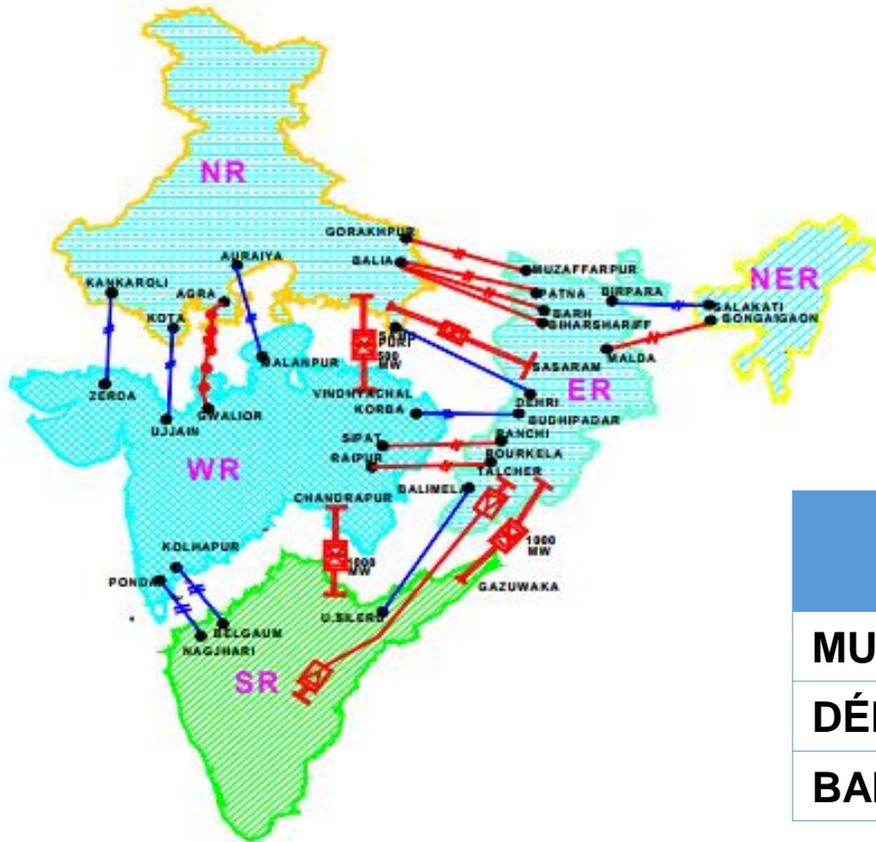
# SISTEMA ELÉTRICO INDIANO



# Qualidade de Energia

- **Confiabilidade**
- Conformidade
- Atendimento comercial

# Confiabilidade



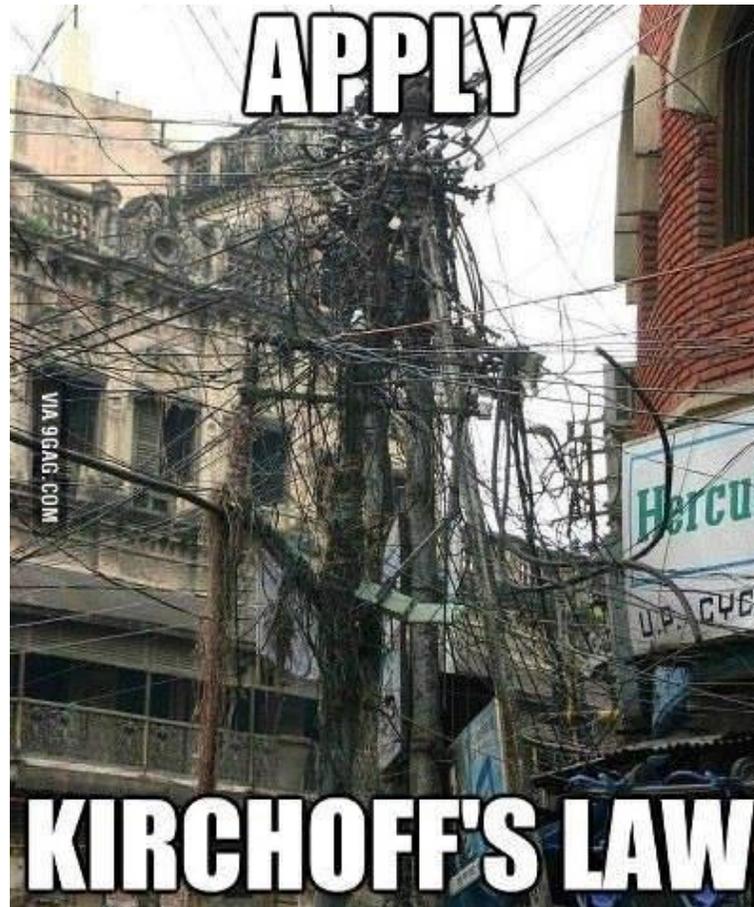
CIDADE	SAIFI (nº)	SAIDI for 11 KV Feeders (min)	SAIDI for consumers (min)
MUMBAI	2.74	199.76	
DÉLHI	8.92	736.72	1491.74
BANGALORE	107.5	3071.47	3941.65

# Confiabilidade

*Only 35% of industrial consumers are interested about Power Quality*

- POWERGRID, responsável pela prevenção, manutenção e restauração rápida do sistema.
- 30% de perdas no setor de distribuição: roubos de eletricidade, baixa qualidade de medição, alto índice de inadimplência.

# Confiabilidade



# Qualidade de Energia

- Confiabilidade
- Conformidade
- Atendimento comercial

# Regulamentação da Qualidade de Energia

- TRÊS ORGÃOS REGULAMENTADORES:
  1. Central Electricity Authority (CEA)
  2. Central Electricity Regulatory Commission (CERC)
  3. State Electricity Regulatory Commissions (SERC)
- Cada estado pode adotar padrões diferentes de acordo com as regras adotadas pelo órgão SERC.

# Regulamentação da Qualidade de Energia

## Power Quality standards prescribed in CEA and CERC Regulations

Power Quality Parameters	Limits prescribed in the regulations		
	CEA-Grid Standard Regulation	CEA- Technical Standard for Grid Connectivity	CERC – Indian Electricity Grid Code
<b>Voltage Variation</b>			
765 kV	+5% and -5%	Maximum 3% and Minimum 1.5% for step changes	+5% and -5%
400 kV	+5% and -5%		+5% and -5%
220 kV	+11% and -10%		+11% and -10%
132 kV	+10% and -8%		+10% and -8%
110 kV	+10% and -10%		+10% and -10%
66 kV	+9% and -9%		+9% and -9%
33 kV	+9% and -9%		+9% and -9%
<b>Harmonics</b>	THD – 5% with single harmonic content not exceeding 3 % for 33 to 132 kV THD – 1.5% with single harmonic content not exceeding 1 % for 765 kV THD – 2% with single harmonic content not exceeding 1.5 % for 400 kV THD – 2.5% with single harmonic content not exceeding 2 % for 220 kV	THD – 5% with single harmonic content not exceeding 3 %	-
<b>Voltage Unbalance</b>	1.5% for 765 and 400 kV 2% for 400kV 3% for 33 to 132 kV	3% for 33 kV and above	-

# Standard EN 50160 Summary

Voltage Disturbance	Voltage Level	Voltage Quality Index (Limit)
Supply Voltage variation	LV	95% of the 10 minute mean r.m.s values for 1 week ( $\pm 10\%$ of nominal voltage). 100% of the 10 minute mean r.m.s values for 1 week (+10% / -15% of nominal voltage).
	MV	99% of the 10 minute mean r.m.s values for 1 week below +10% of reference voltage and 99% of the 10 minute mean r.m.s values for 1 week above -10% of reference voltage. 100% of the 10 minute mean r.m.s values for 1 week ( $\pm 15\%$ of reference voltage).
Flicker	LV,MV,HV	95% of the Plt values for 1 week.
Unbalance	LV,MV,HV	95% of the 10 minute mean r.m.s values of the negative phase sequence component divided by the values of the positive sequence component for 1 week (0% - 2%).
Harmonic Voltage	LV,MV	95% of the 10 minute mean r.m.s values for 1 week lower than limits provided by means of a table. 100 % of the THD values for 1 week ( $\leq 8\%$ ).
	HV	95% of the 10 minute mean r.m.s values for 1 week lower than limits provided by means of a table.
Mains signaling voltage	LV,MV	99% of a day, the 3 second mean value of signal voltages less than limits presented in graphical format.

# Maharashtra

- Estado com a cidade mais populosa, Mumbai (12 mi hab.)
- Consumidores responsáveis por ações preventivas de injeções de harmônicos.
- Incentivos (bônus) e penalidades para quantidades harmônicas em discordância com os padrões.

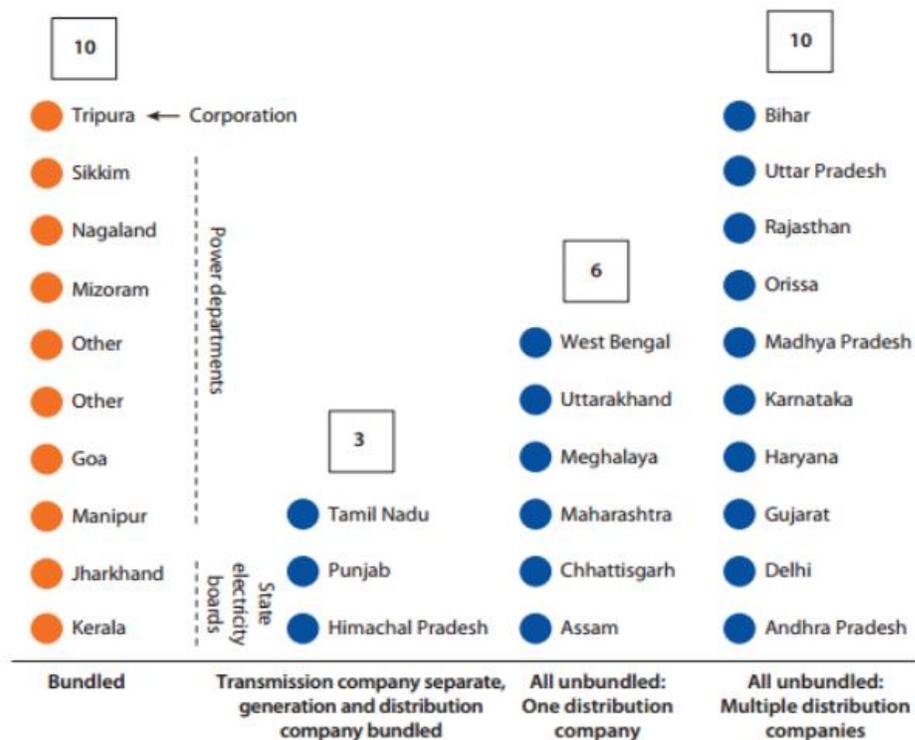
# Inconsistência nos padrões de tensão

Limits for voltage variation at interconnection point				
Nominal Voltage(kV)	Maximum Limits (kV/%)		Minimum Limits (kV/%)	
	SERC Regulation	Central Regulation	SERC Regulation	Central Regulation
<i>Maharashtra</i>				
66	73kV	72kV	60kV	60kV

# Qualidade de Energia

- Confiabilidade
- Conformidade
- Atendimento comercial

# Atendimento Comercial



Fonte: Pargal & Mayer 2013 (Banco Mundial 2014)

- Sistema elétrico heterogêneo.
- 41 empresas de distribuição
- Mercado varejista e atacadista.
  1. Consumidores < 1MW– cativos às distribuidoras.
  2. Consumidores > 1MW – pode ser com as distribuidoras.

# Conclusões

CARACTERÍSTICA	FRANÇA	BRASIL	ÍNDIA
<b>Complexidade do SEP</b>	Médio	Médio	Alto
<b>Perdas de energia</b>	Baixo	Médio	Alto
<b>Multas pagas ao consumidor</b>	Baixo	Alto	-
<b>Duração e frequência de interrupções</b>	Baixo	Médio	Alto
<b>Satisfação do consumidor</b>	Alto	Baixo	-