

# Sistema Elétrico Brasileiro Comparado ao do Reino Unido e da Africa do Sul

---

Renata Oliveira de Sousa

Rodrigo Cassio de Barros

# Roteiro de Apresentação

---

1. Estrutura do setor elétrico
2. Confiabilidade do Sistema Elétrico
3. Conformidade do Sistema Elétrico
4. Presteza do Sistema Elétrico

# Estrutura do Setor Elétrico

---

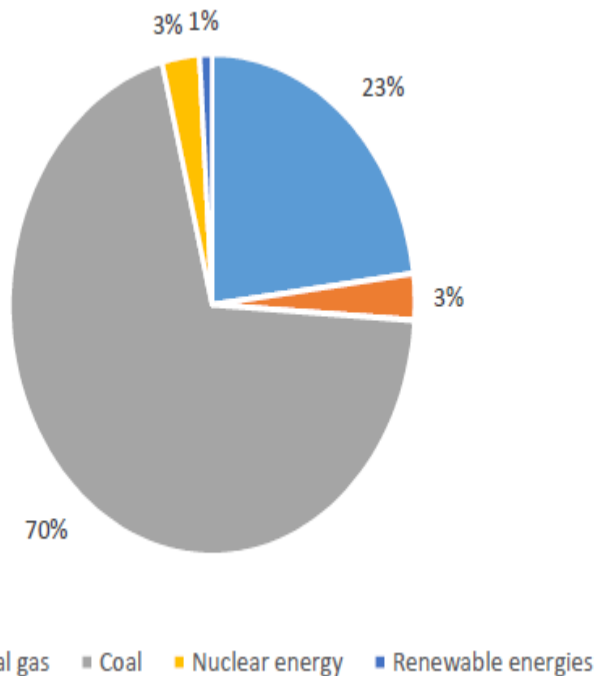
# Africa do Sul

---

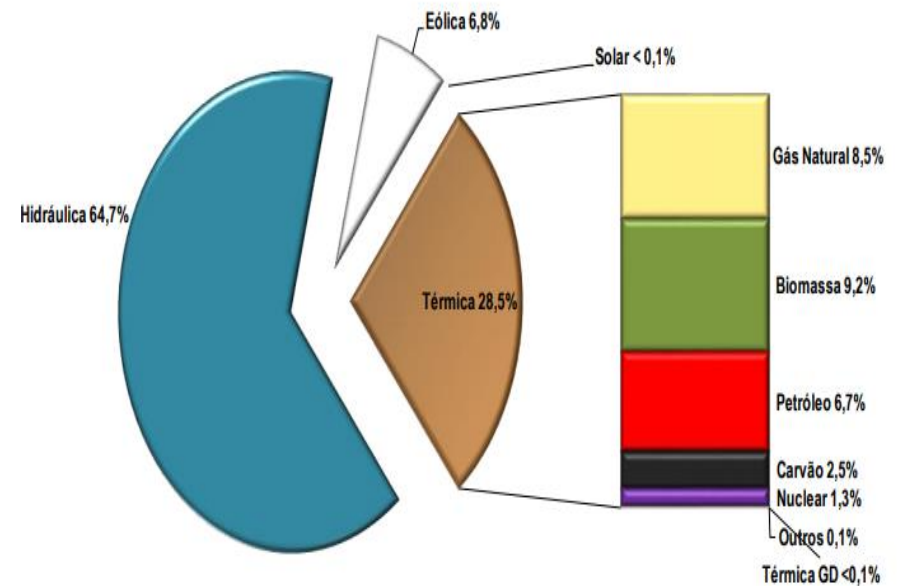
- Possui uma área de 1.221.037 km<sup>2</sup> (14,34 % em relação ao Brasil)
- População de 52,4 milhões de habitantes (25,23 % em relação ao Brasil).



# Africa do Sul



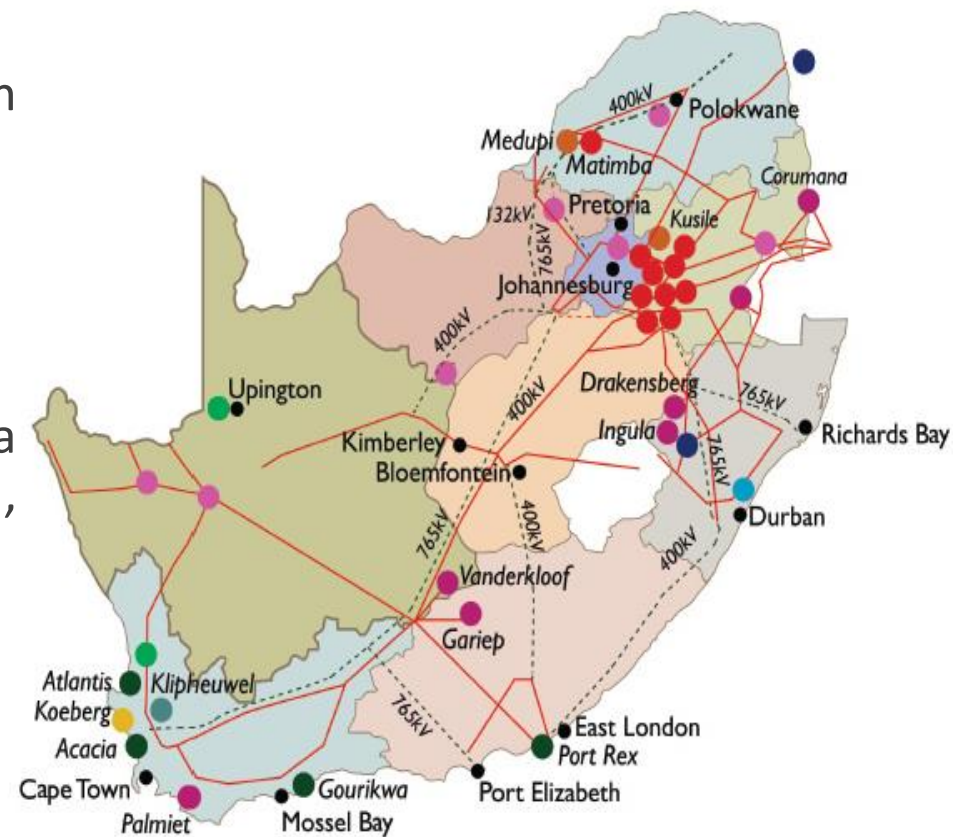
*DMR, 2016 South Africa*



*ANEEL, 2016 Brasil*

# Africa do Sul

- África do Sul é membro do Southern African Power Pool (SAPP).
- A principal empresa de energia elétrica do país, a Eskom (inicialmente Escom, ou Electricity Supply Commission).



*Eskom , 2016*

# Reino Unido

- É formado pela Inglaterra, País de Gales, Escócia e Irlanda do Norte;
- Superfície: 243.610 km<sup>2</sup> (2,86% em relação ao Brasil) ;
- População: 63,61 milhões de pessoas (30,63% em relação ao Brasil) .



# Reino Unido

- O sistema elétrico no Reino Unido é totalmente integrado;
- A matriz elétrica é essencialmente térmica (71,5%);
- Fontes térmicas principais: gás natural e carvão;
- As fontes nucleares são responsáveis por 10,2%;
- 80% da capacidade instalada está concentrada na Inglaterra e o restante na Escócia e na Irlanda do Norte;
- Está interligado aos sistemas elétricos da França, Holanda e Irlanda.





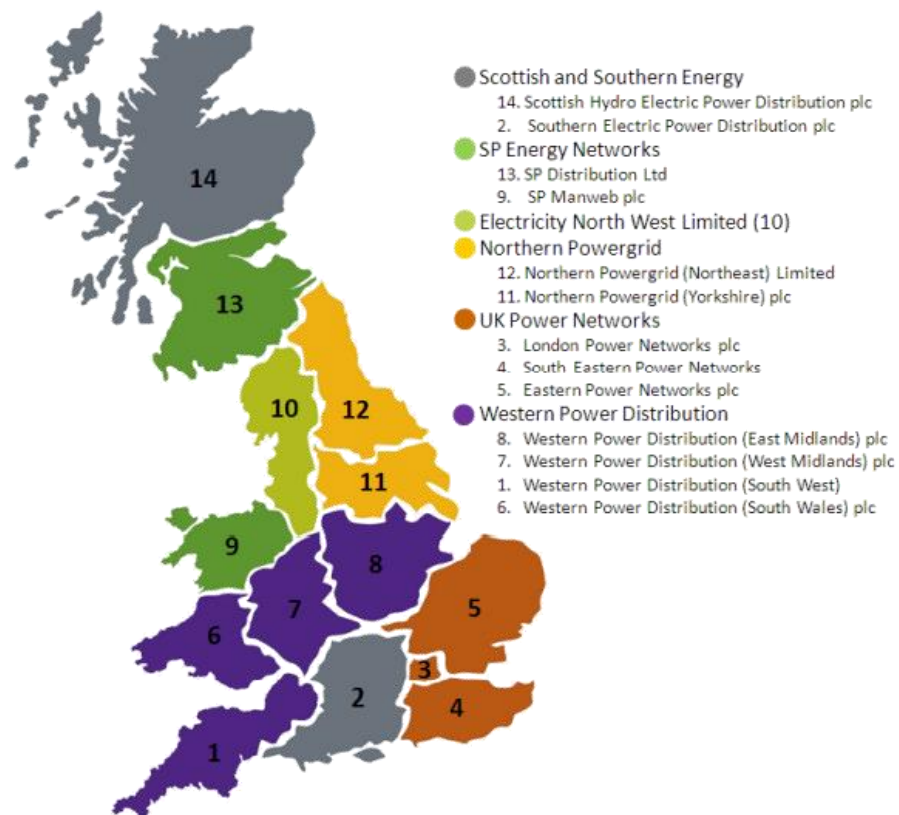
# Reino Unido

---

- O mercado elétrico do Reino Unido é organizado nas atividades de geração, transmissão, distribuição e comercialização;
- Geração e comercialização são de **regime de livre mercado**;
- Transmissão e distribuição são **atividades reguladas**;
- O operador do sistema, que é **National Grid Electricity Transmission PLC (NGET)**;
- A atividade de comercialização de energia é competitiva e os consumidores são livres para escolher o comercializador;
- As políticas energéticas do governo incentivam o uso de fontes de energia com baixo teor de carbono;
- Atualmente a participação da eletricidade na queima de combustíveis fósseis está diminuindo à medida que a geração de fontes renováveis aumenta.

# Reino Unido

**Figure 1.1: DNO location**



# Confiabilidade do Sistema Elétrico

---

# Africa do Sul

---

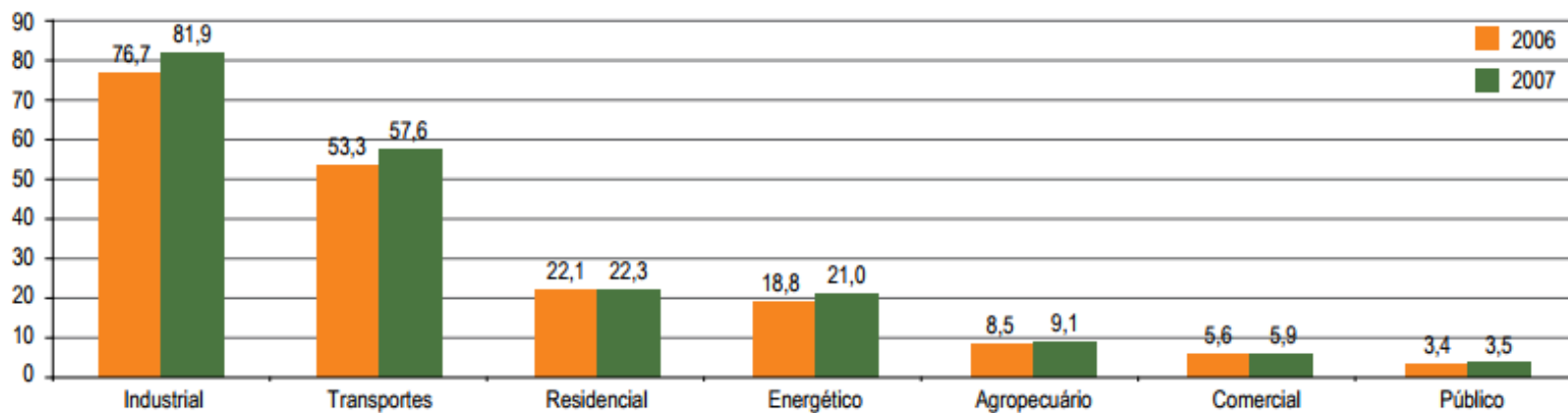
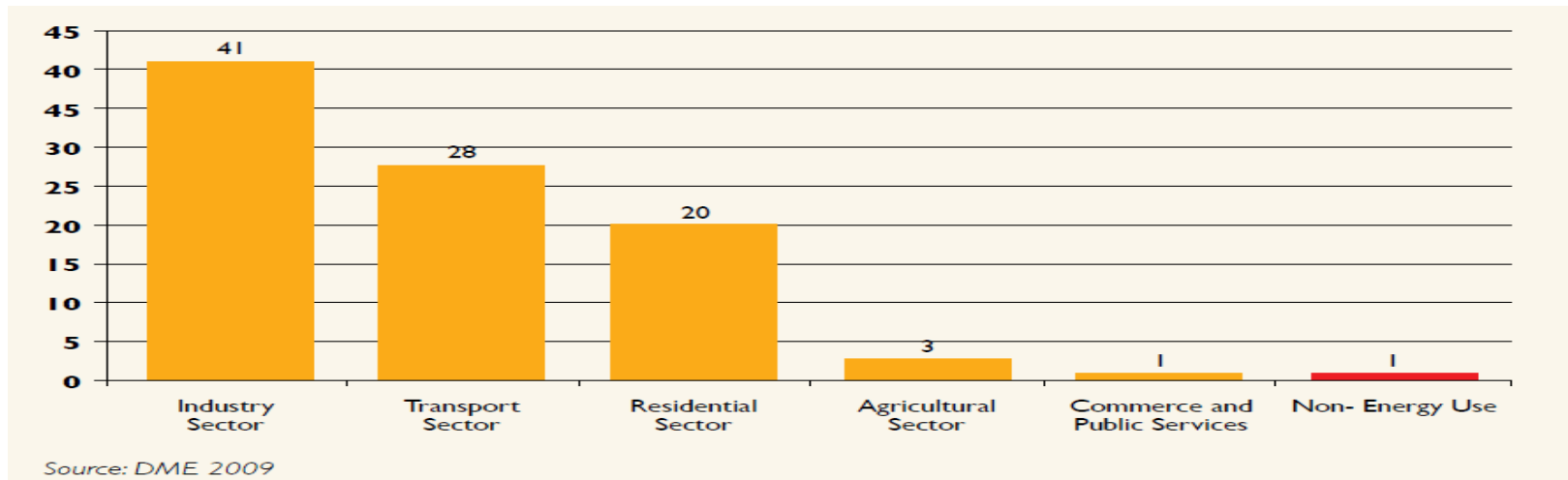
- A confiabilidade do sistema é baseado em na questão histórica econômica do país.
- No início da implementação do sistema de geração, transmissão e distribuição, a sistema era considerado altamente confiável .
- O consumo era em menor escala e o sistema elétrico de potência respondia bem a mineradoras e os centros consumidores.
- A adequabilidade do sistema era consideravelmente bom.

# Africa do Sul

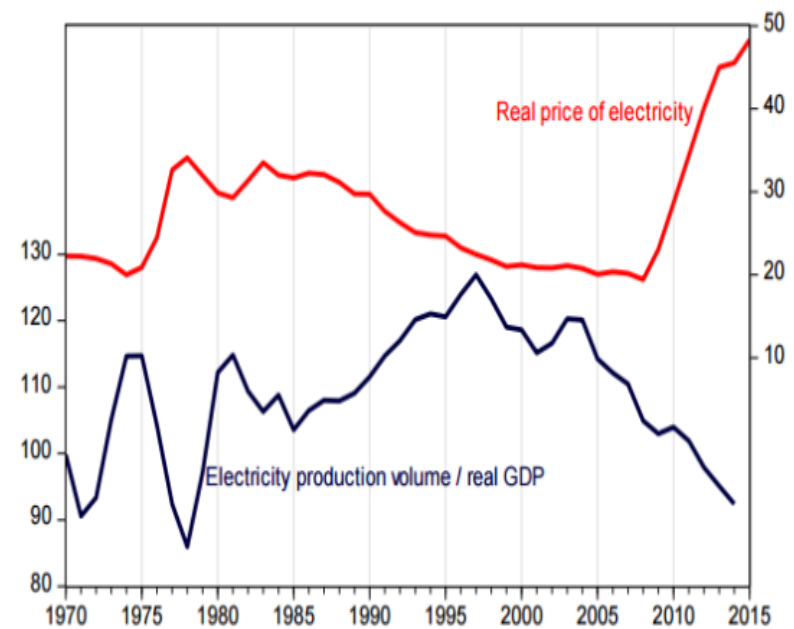
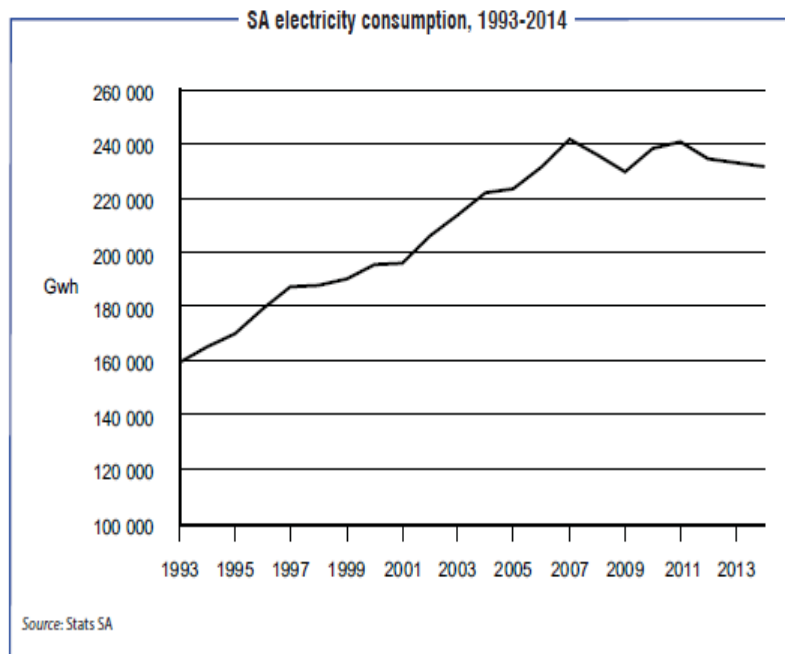
---

- Na década de 80 até o fim de 90 a Eskon observou-se um desequilíbrio estrutural entre oferta e demanda de Energia.
- Crescimento populacional de demanda de energia, falha constante no sistema.
- Usinas geradoras (baseado em termoelétricas) estão afastadas umas das outras e dos centros urbanos.
- Constantes questionamentos sobre a adequabilidade do sistema.

# Africa do Sul



# Africa do Sul



*ESKON, 2015 ANEEL, 2016*

# Africa do Sul

- O órgão regulador regulador é : NERSA:  
(National Energy Reulator in Sourth África).



- O órgão regulador regulador é : ANEEL:  
(National Energy Reulator in Sourth África).

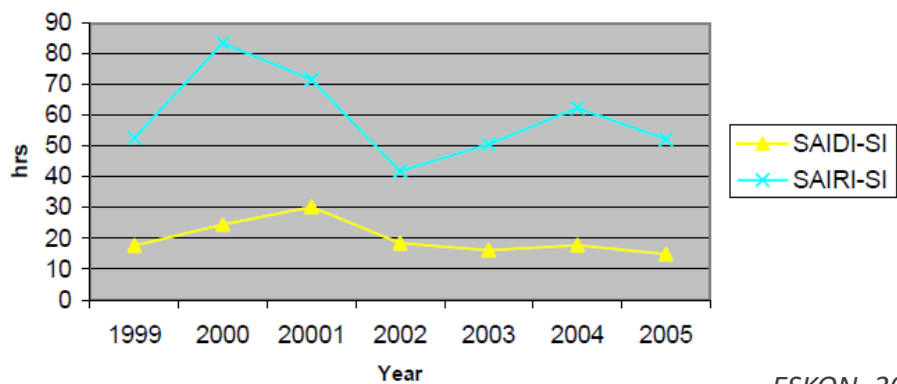


$$\text{SAIFI} = \frac{\sum \text{Number of Interrupted Customers for Each Interruption Event}}{\text{Total Number of Customers Served}}$$

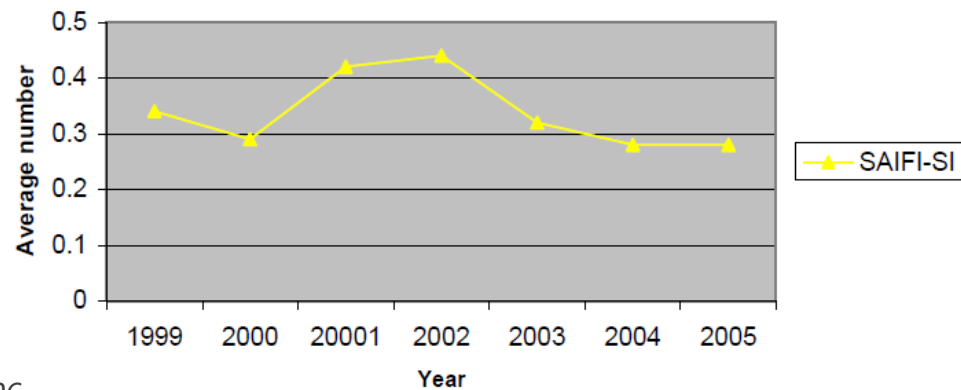
$$\text{SAIDI} = \frac{\sum \text{Customer Interruption Durations}}{\text{Total Number of Customers Served}}$$



# Africa do Sul



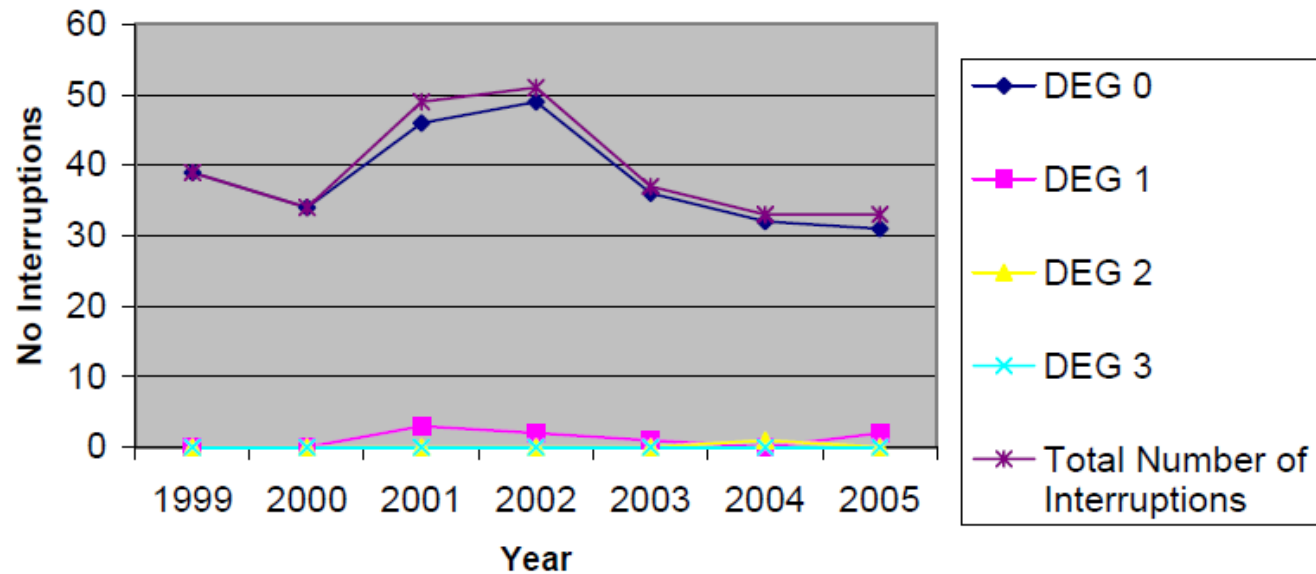
ESKON, 2006



ANEEL 2014

# Africa do Sul

Interruptions



ESKON, 2006

# Africa do Sul

---

**NATIONAL**

## High risk of power failures, warns Eskom

Sapa 07 Jan 2015 12:59

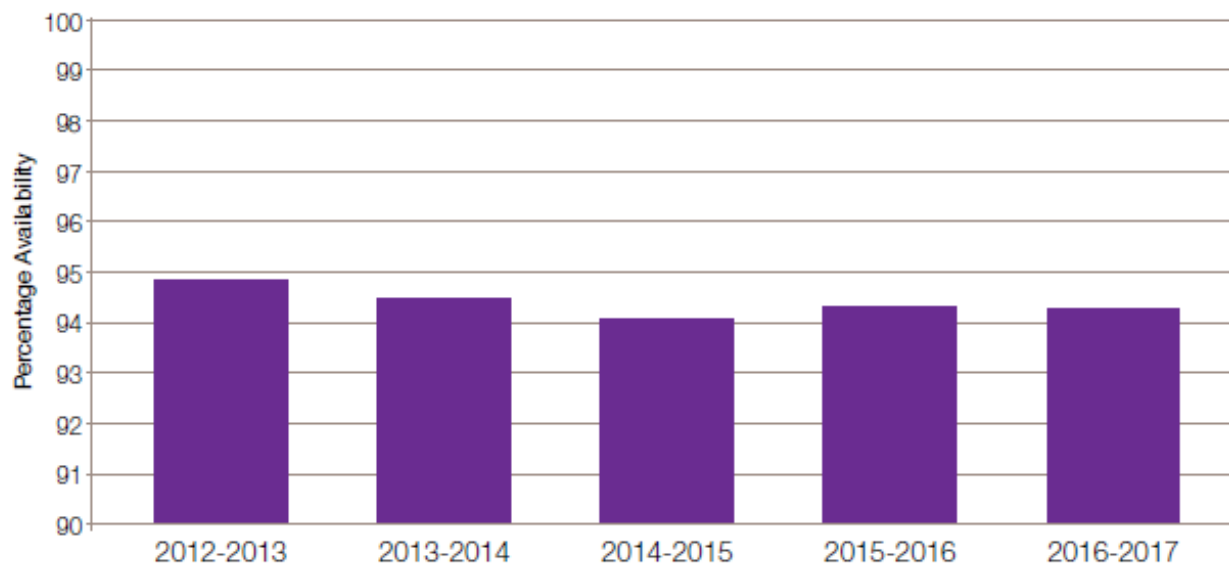
**BUSINESS**

## Eskom declares electricity supply emergency

Lynley Donnelly 20 Feb 2014 15:35

# Reino Unido

## % Annual System Availability



(National Electricity Transmission System , 2017)

# Reino Unido

---

## Brasil:

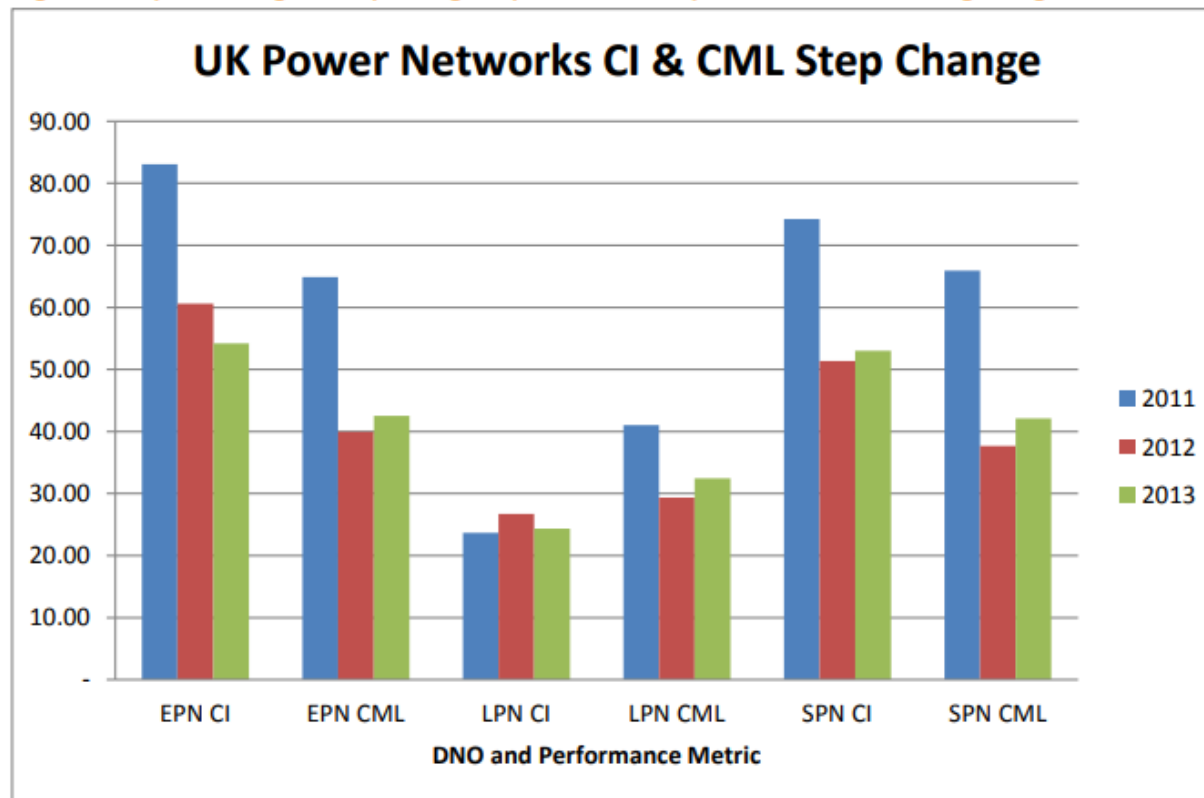
- DEC: Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora
- FEC: Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora

## UK:

- CI: número de cortes de energia não planejados por cada 100 clientes;
- CLM: número de minutos de consumo perdidos por cliente;
- SAIFI: mesmo que o FEC;
- SAIDI: mesmo que DEC;
- MAIFI: Índice de frequência de interrupção média momentânea

# Reino Unido

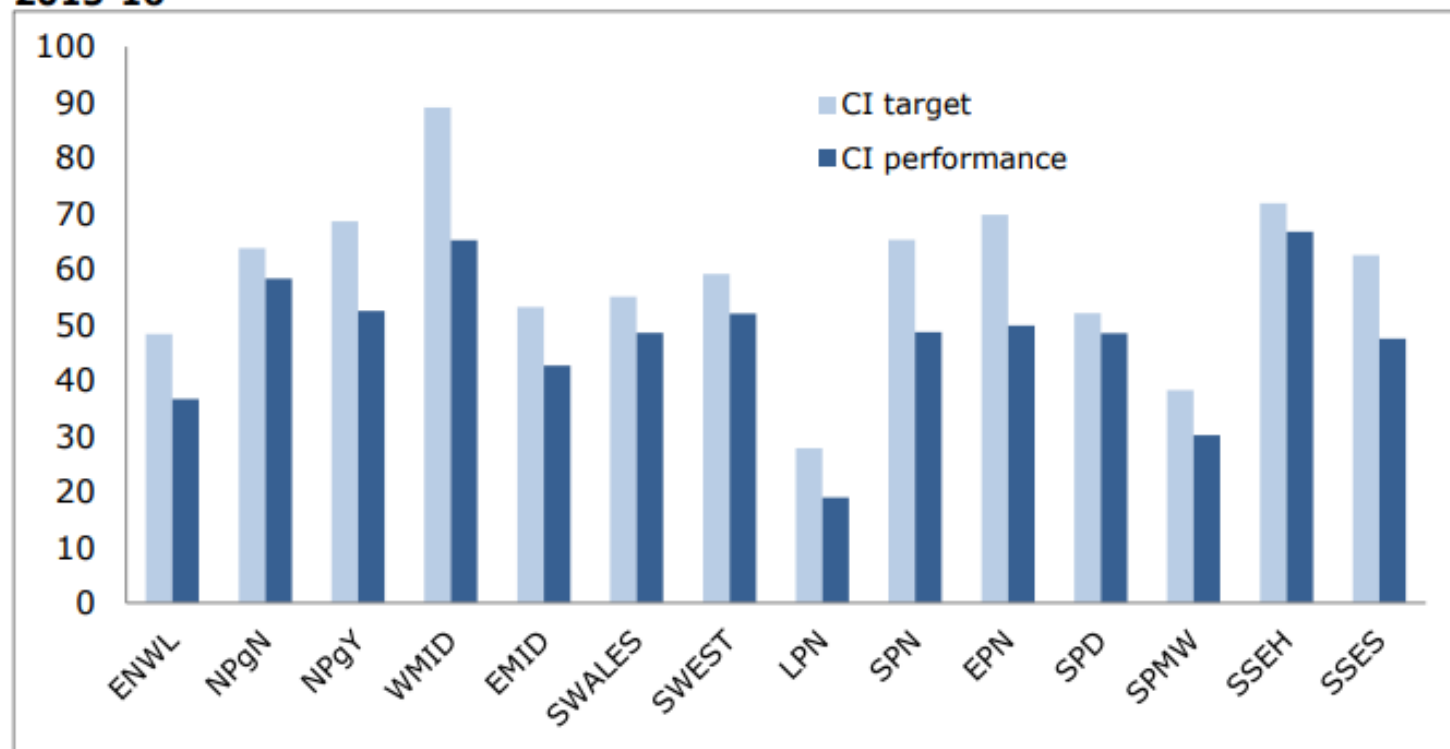
Figure 7 Graph showing the step change in performance improvement since the beginning of DPCR5



(UK Power Networks, 2014)

# Reino Unido

**Figure 3.1: Number of Customer Interruptions (excluding exceptional events), 2015-16**



(Ofgem, 2017)

# Reino Unido

Table 1. Annual values of UK DNOs' reliability indices [2]

INDEX	UK DNOs' Reports		
	min	mean	max
SAIFI (interruptions/customer/year)	0.29	0.71	1.19
SAIDI (hours/customer/year)	0.57	1.09	1.84
MAIFI (interruptions/customer/year)	0.15	0.78	3.3

( Ofgem, 2009)



# Reino Unido

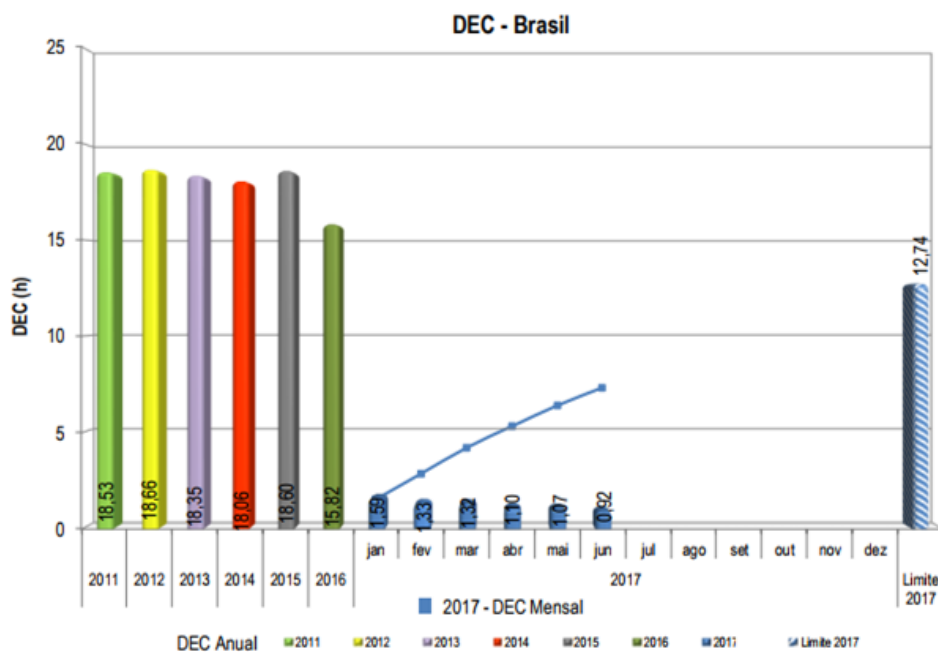


Figura 27. DEC do Brasil.

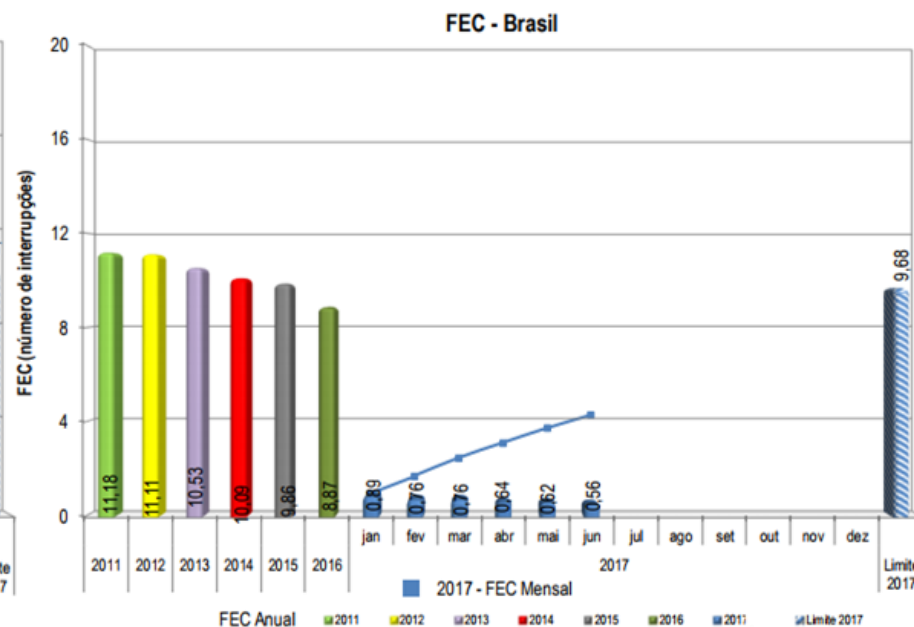


Figura 28. FEC do Brasil.

(MME: Boletim Mensal, junho de 2017)

# Conformidade do Sistema Elétrico

---

# Africa do Sul

---

- Em 1992, a Eskom começou a implementar medidas de qualidade de energia extensas em mais de 150 de suas subestações de transmissão e distribuição para quantificar os níveis de qualidade de energia.
- Aplicações de surveys para clientes de pequenos e grandes portes a fim de detectar os pontos sensíveis de energia.
- Medição, levantamento dos custos do cliente e demonstração de novas tecnologias, foram cruciais para o desenvolvimento da qualidade de energia Eskom.
- Eskom introduziu contratos detalhados de qualidade de energia em clientes individuais.
- Magnitude da tensão, harmônicos, desequilíbrio, cintilação, mudanças rápidas de tensão, frequência, quedas de tensão e interrupções são endereçado.
- Para cumprir os requisitos desses contratos, a Eskom implementou acordos internos de qualidade de energia nas interfaces T & D.

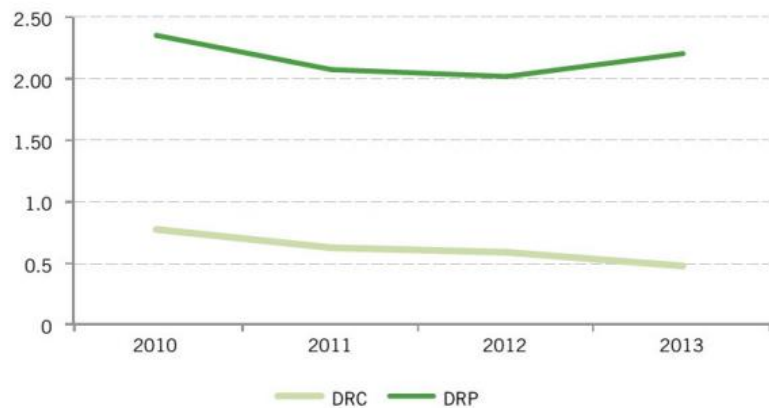
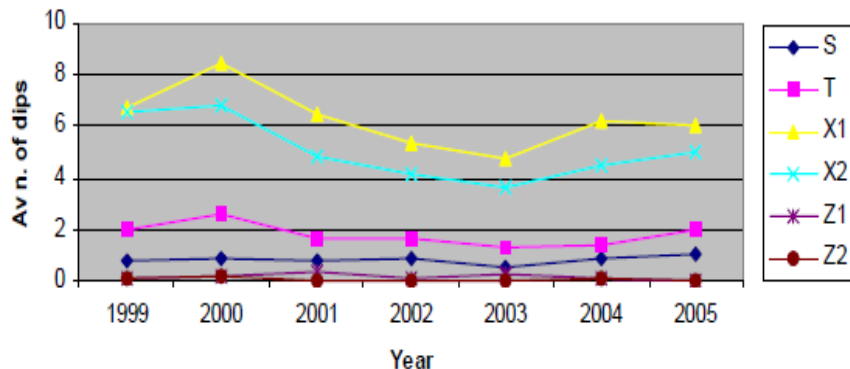
# Africa do Sul

---

## QUALIDADE DE ENERGIA - ADEQUABILIDADE

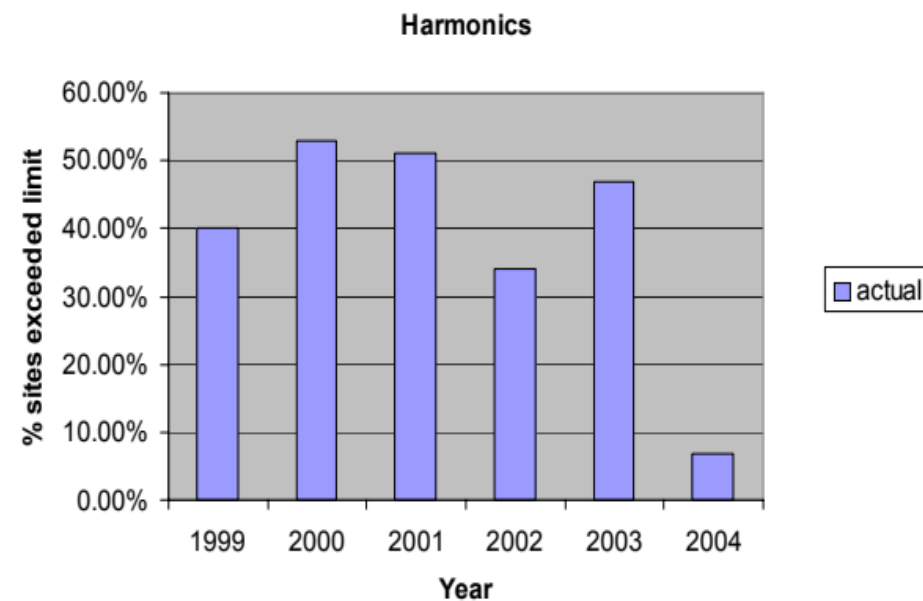
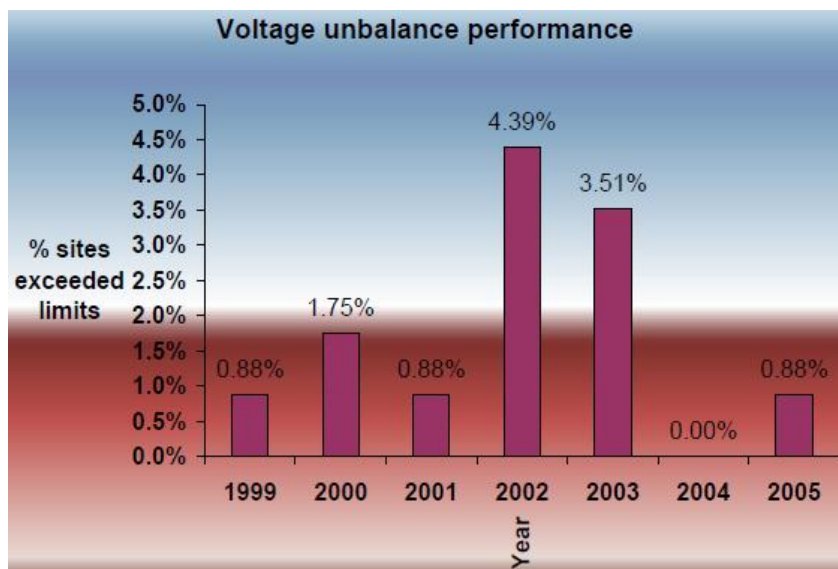
- Foram 3 diferentes formas de serviços:
  - 1) Entrega de acordo com o padrão nacional de qualidade de energia (NRS 048).
  - 2) Opção específica da rede.
  - 3) Opção de poder premium.
- Se a Eskom não alcança os níveis de qualidade de energia concorda no contrato, o cliente recebe o valor acordado no contrato.
- O cliente pode cancelar o acordo após um período de aviso e também é capaz de aumentar o acordo, se desejado.
- A Eskom percebe que não é possível alcançar um nível ideal de qualidade de energia. no entanto mostrou que é possível implementar soluções práticas para problemas complexos em um maneira lucrativa.

# Africa do Sul

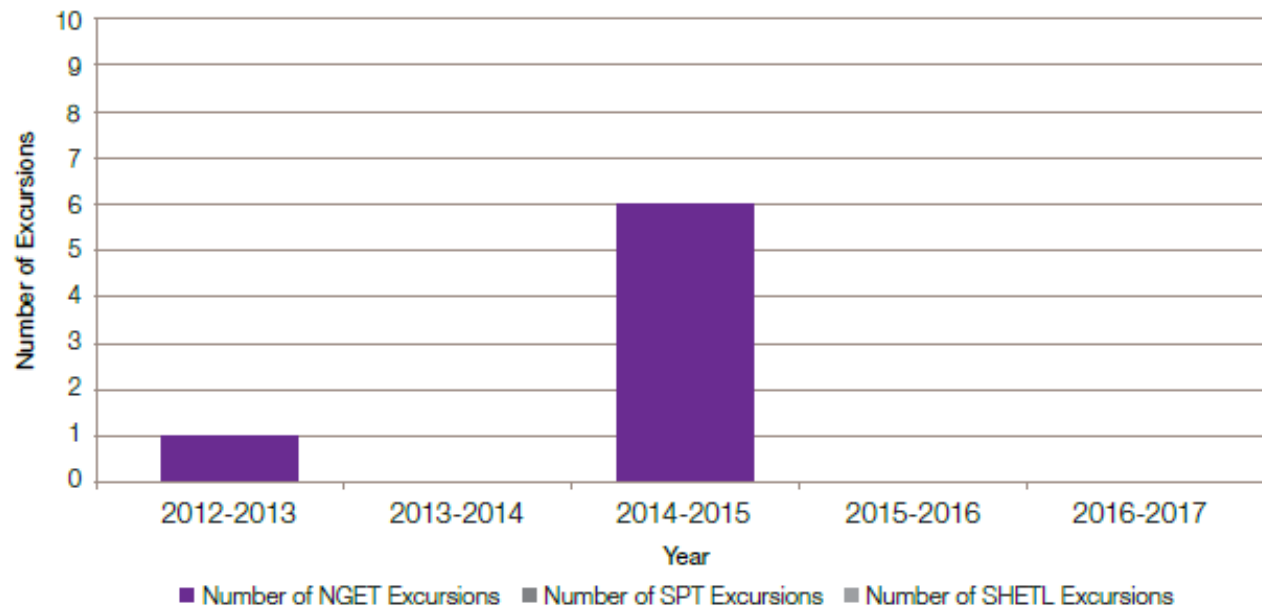


Voltage Dip categorization table, NRS 048-2: 2004		
Dip category	Values of duration and depth	Basis for definition
Y	Duration	> 20 ms to 3s
	Depth	30 %, 20 %, 15%
X1	Duration	> 20 ms to 150 ms
	Depth	30 % to 40 %
X2	Duration	> 20 ms to 150 ms
	Depth	40 % to 60 %
S	Duration	> 150 ms to 600 ms
	Depth	20 % to 60 %
T	Duration	> 20 ms to 600 ms
	Depth	60 % to 100 %
Z1	Duration	> 600 ms to 3 s
	Depth	15 % to 30 %
Z2	Duration	> 600 ms to 3 s
	Depth	30 % to 100 %

# Africa do Sul

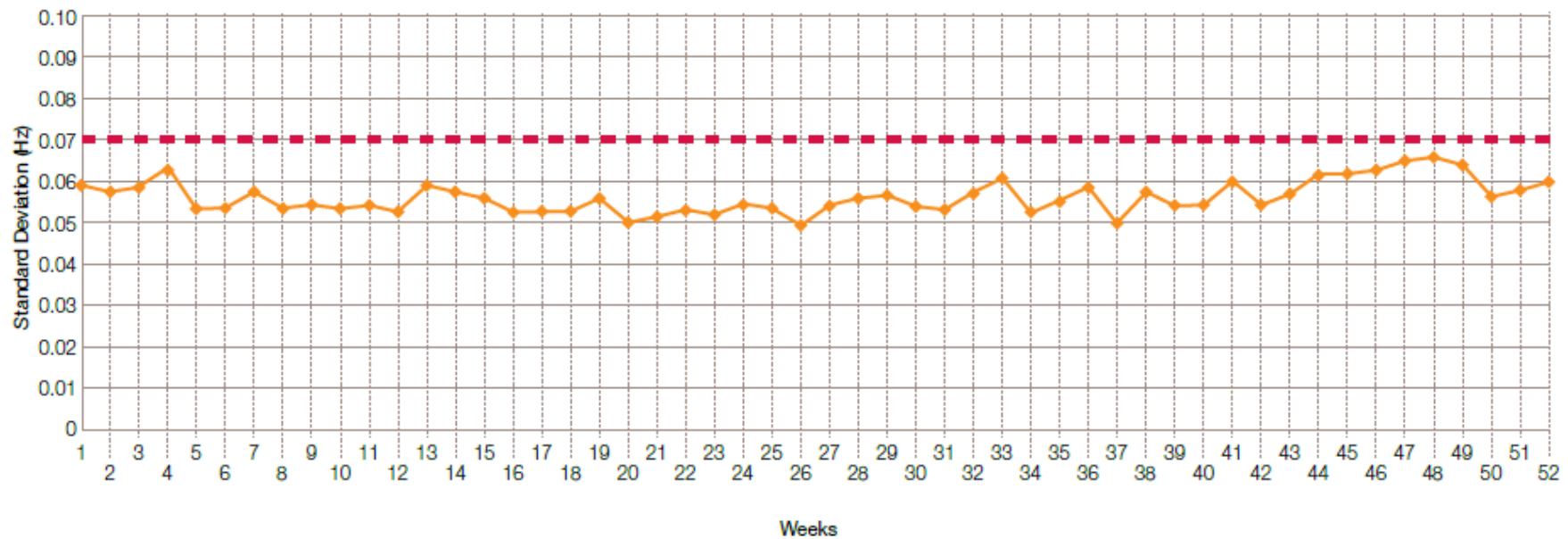


# Reino Unido



(National Electricity Transmission System , 2017)

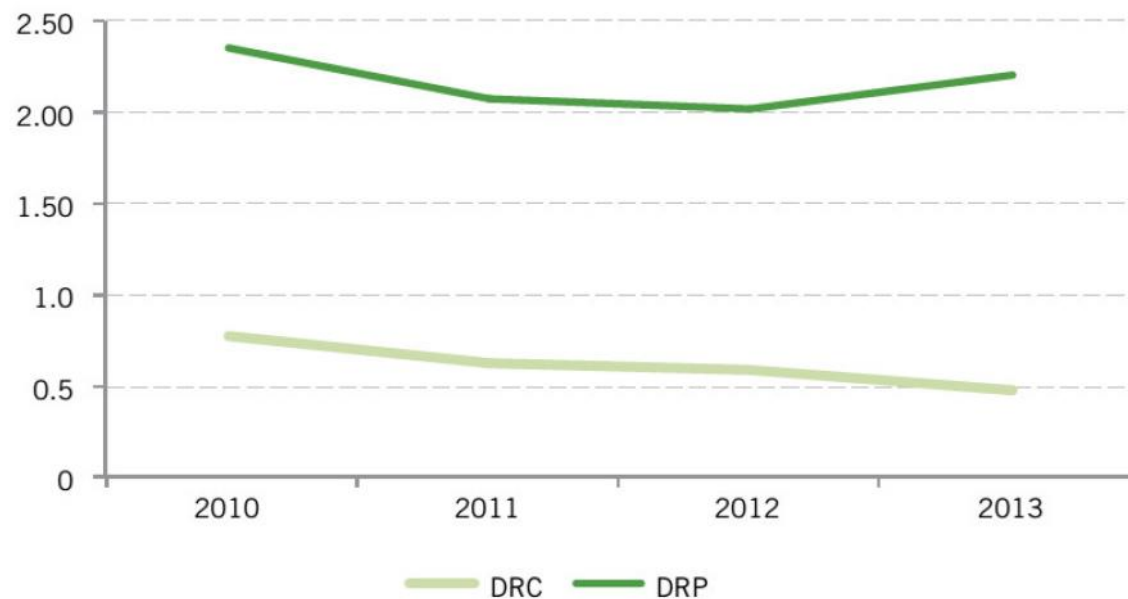
# Reino Unido



Desvio Padrão da Frequência  
(National Electricity Transmission System , 2017)



# Reino Unido



DRP: relativa da transgressão para tensão precária

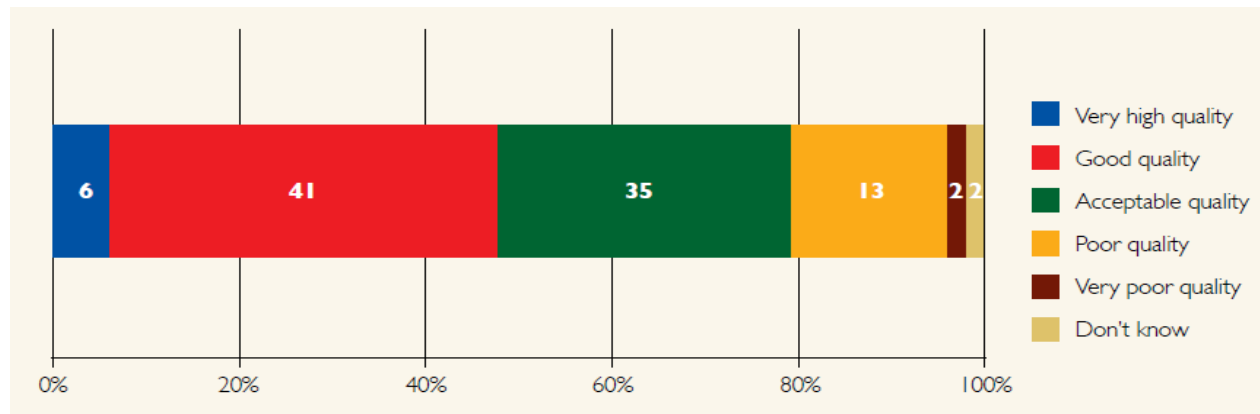
DRC: relativa da transgressão para tensão crítica

Fonte: Aneel.

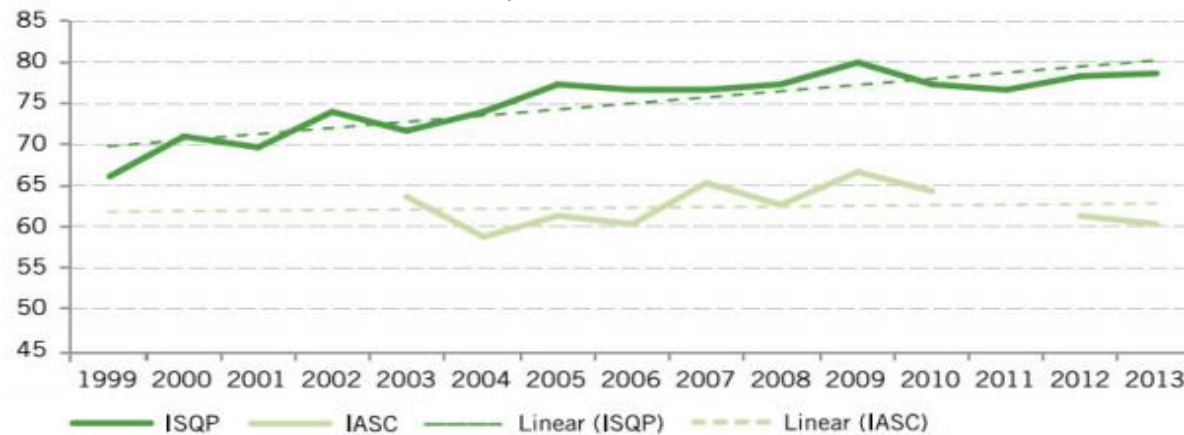
# Presteza do Sistema Elétrico

---

# Africa do Sul

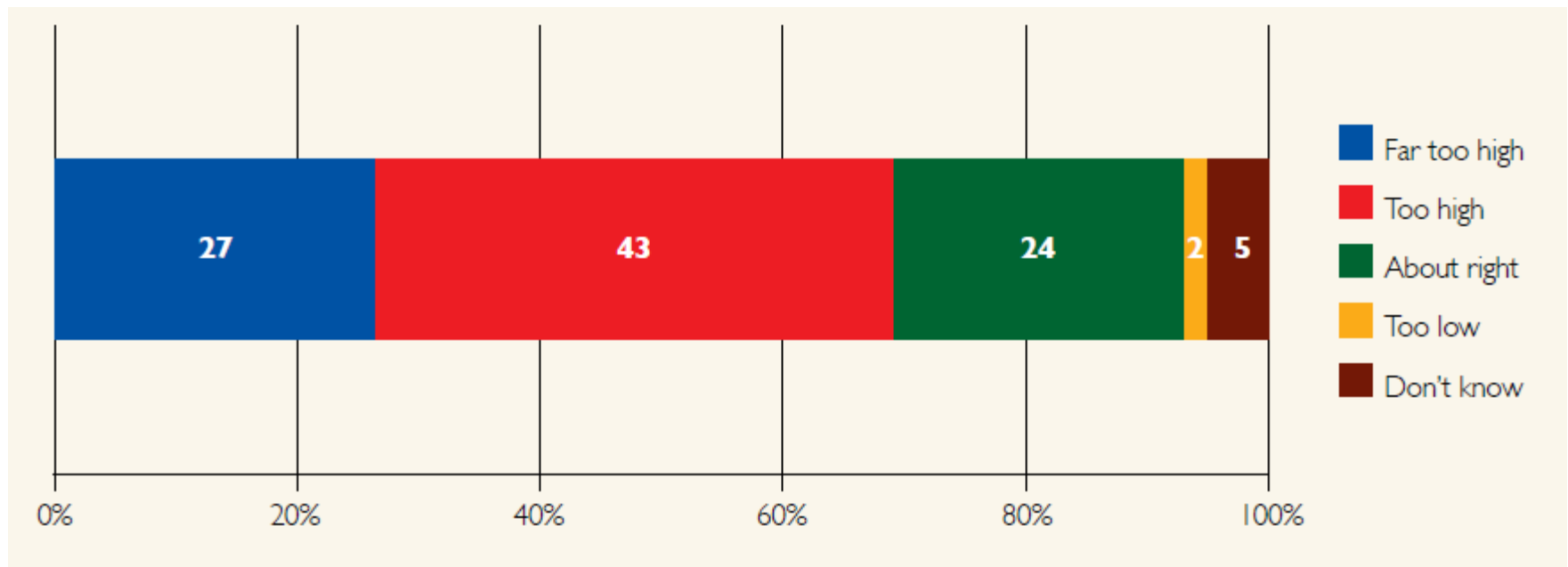


ESKON, 2006



Fonte: Aneel e Abradee.

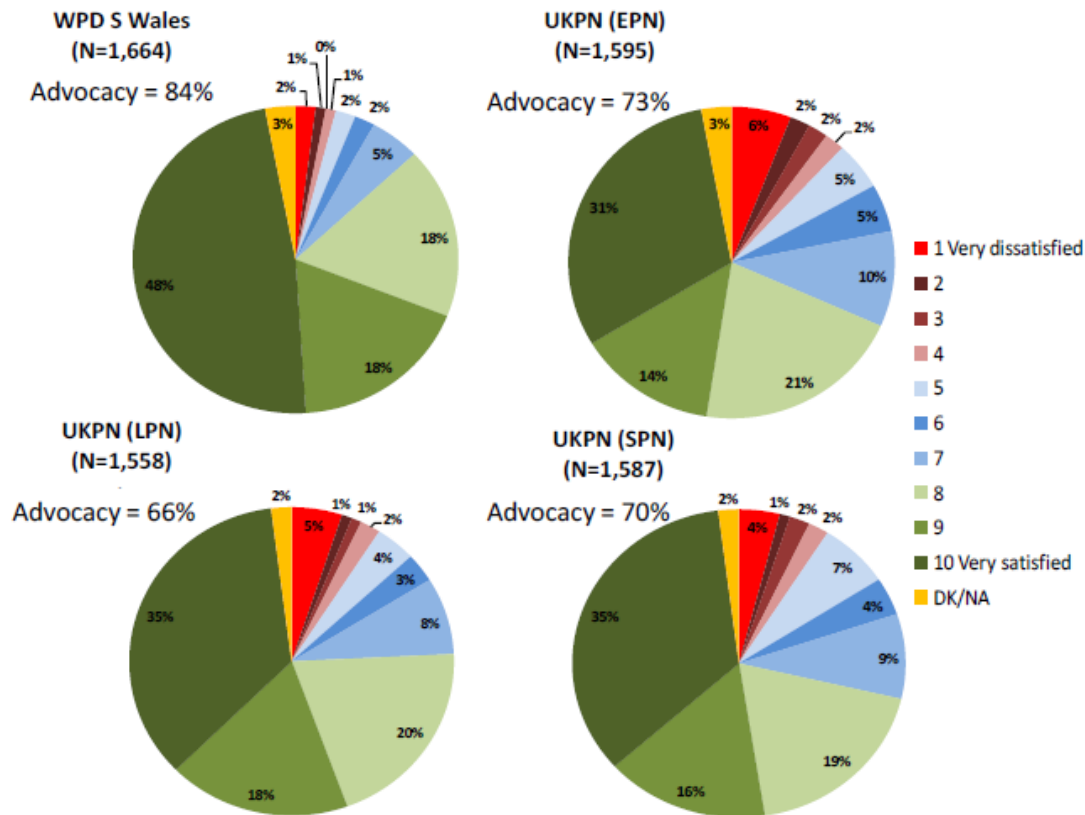
# Africa do Sul



ESKON, 2006

# Reino Unido

Figure 9 Spread of responses from customers surveyed regarding interruptions – May to November 2011



(UK Power Networks, 2014)

# Reino Unido

**Figura 11: Pesquisas de Satisfação do Cliente**

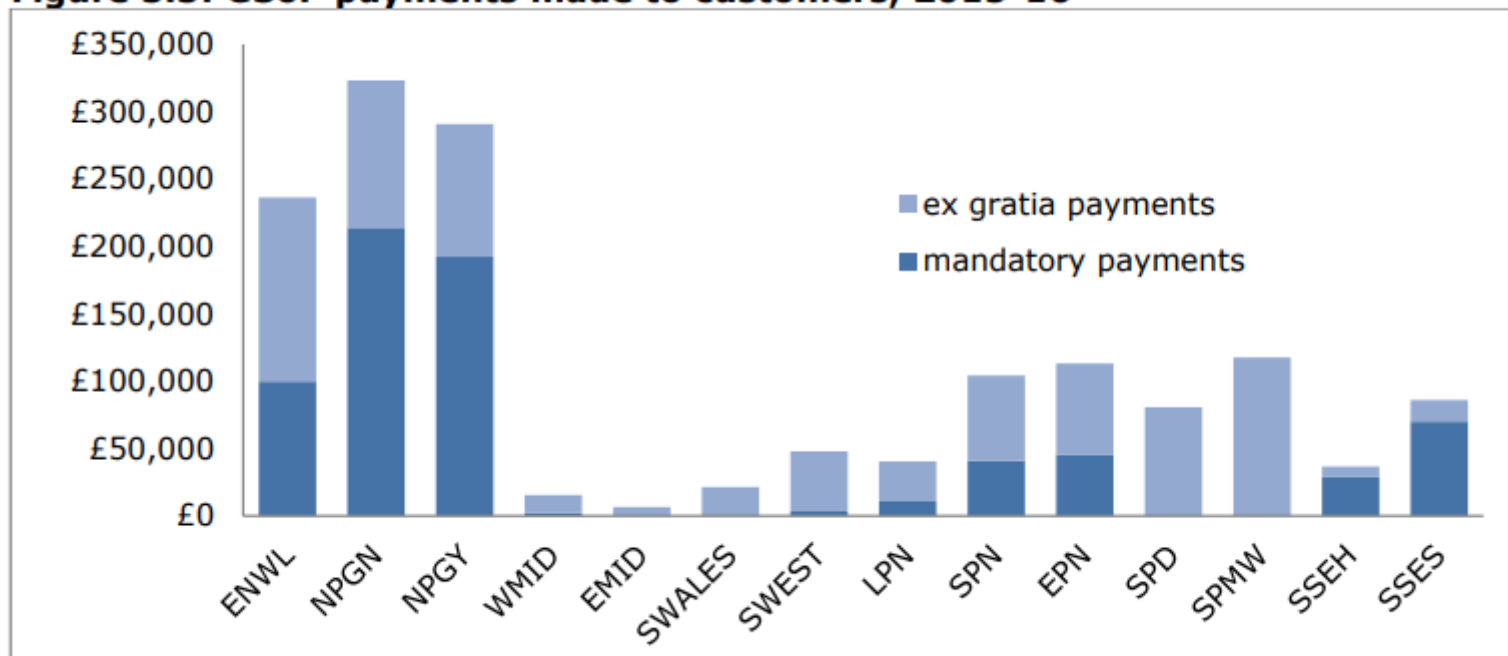


Fonte: Aneel e Abradee.

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

# Reino Unido

**Figure 3.3: GSoP payments made to customers, 2015-16**



(Ofgem, 2017)

# Duvidas?!

# Obrigado!!!

---