



# Sistema de Monitorização da Qualidade de Onda de Tensão

GESIS

Lisboa

23 de Junho de 2009

## Sumário

### 1ª Parte

- Alguns conceitos sobre Qualidade de Energia Eléctrica
- Factores que influenciam a Qualidade e Continuidade da Tensão (QCT)
- Avaliação da Qualidade de Energia Eléctrica

### 2ª Parte

- SMQOT - Sistema de Monitorização de Qualidade de Onda de Tensão
- Qwebreport: Ferramenta Web para a Monitorização da Qualidade de Onda de Tensão

### 3ª Parte

- Conclusões

# Alguns conceitos sobre Qualidade de Energia Eléctrica (QEE)

Numa perspectiva de distribuição de energia, a QEE está geralmente associada à qualidade e à continuidade da onda de tensão, bem como com a qualidade comercial:

### ■ Fiabilidade no fornecimento

- Relacionada com a continuidade do fornecimento.
- Caracterizada pela frequência e duração das interrupções de fornecimento de energia eléctrica;
- A potência contratada deve estar sempre disponível e com qualidade na onda.

### ■ Qualidade na Onda

- Caracterizada pela forma da onda de tensão, amplitude, frequência e simetria do sistema trifásico de tensões.

### ■ Qualidade comercial

- Engloba todos os serviços de interface com o cliente relacionados com o fornecimento deste produto particular.

O sistema trifásico de tensões disponibilizado ao Cliente é caracterizado por três tensões sinusoidais, com amplitude e frequência (50 Hz em Portugal) constantes e desfasadas  $120^\circ$ , no tempo.

Desvios significativos a estas características de tensão conduzem inevitavelmente à degradação da QEE.

### Factores que influenciam a Qualidade e Continuidade da Tensão (QCT)

Desde o local de geração até às instalações do Cliente, a energia eléctrica está sujeita a uma grande diversidade de agentes perturbadores, conduzindo à degradação da sua qualidade.

- **Perturbações com origem nos sistemas de transporte e distribuição:**
  - Tipo e qualidade das redes de transporte e distribuição
  - Os efeitos deste factor podem ser controlados pelas Empresas de Distribuição e Transporte pela melhoria do desempenho do equipamento (manutenção preventiva) e da rede.
  
- **Perturbações com origem nas instalações do Cliente;**
  - Muitas perturbações de QE têm origem no equipamento de utilização final de energia. Um defeito em equipamento MT do Cliente não afecta simplesmente as instalações desse Cliente, mas todas as restantes instalações alimentadas pela mesma linha MT.
  - Os consumidores (eventualmente com o apoio das empresas de Distribuição) deverão procurar soluções para minimizar as perturbações e diminuir a carga poluente injectada na rede.

### Factores que influenciam a Qualidade e Continuidade da Tensão (QCT)

- **Agentes atmosféricos**
  - As empresas de Distribuição e Transporte não têm qualquer controlo sobre estes factores.
- **Meio envolvente**
  - As empresas de Distribuição e Transporte não têm qualquer controlo sobre estes factores (fauna, flora, incêndios, obras, etc.).
  - Os seus efeitos na QCT (cavas, sobretensões, interrupções) poderão ser limitados pela eventual utilização de medidas correctivas pelos consumidores.

# Avaliação da qualidade do produto energia

- Natureza técnica:
  - Continuidade (fiabilidade/disponibilidade) da alimentação em energia eléctrica.
  - Qualidade da onda de tensão.
- Natureza comercial:
  - Atendimento.
  - Informação.
  - Assistência técnica.
  - Avaliação da satisfação dos clientes.

### Qualidade da onda de tensão: EN 50160

- A qualidade da onda de tensão é definida pelas propriedades físicas que podem ser medidas em qualquer ponto e em qualquer altura.
- Esta norma descreve as características principais no ponto de entrega ao cliente, da tensão de alimentação por uma rede de distribuição pública em BT ou MT, em condições de exploração normal.
- Esta norma não se aplica em condições excepcionais independentes da vontade do fornecedor tais como:
  - Condições climatéricas excepcionais,
  - Exploração em condições de avaria ou em condições provisórias para manter os clientes alimentados durante trabalhos de manutenção ou de construção de rede

# Sistemas de Monitorização: Objectivos

- **Caracterizar a eficiência da rede:**
  - As Empresas de Distribuição e Transporte devem conhecer com rigor a eficiência da sua rede de modo a poderem definir:
    - Os limites para os níveis de planeamento.
    - As características e qualidade do produto que vendem aos consumidores.
  
- **Verificar a conformidade do produto com as Normas e/ou Regulamentos:**
  - Compete às Empresas de Distribuição e Transporte garantir que a energia eléctrica fornecida cumpre o especificado nas Normas e/ou Regulamentos.
  - Os parâmetros da QCT devem ser monitorizados numa amostra da rede segundo um plano apresentado para aprovação à DGE e fiscalizado pela ERSE.



# Sistemas de Monitorização: Objectivos

- **Caracterizar problemas específicos**
  - Alguns problemas e anomalias podem ser detectados pela monitorização em clientes específicos.
  
- **A monitorização permite ainda:**
  - Facilitar as respostas às queixas dos consumidores.
  - Reforçar as relações entre as Empresas de Distribuição e os seus clientes.
  - Reforçar a posição das Empresas de Distribuição como fornecedor de Qualidade.

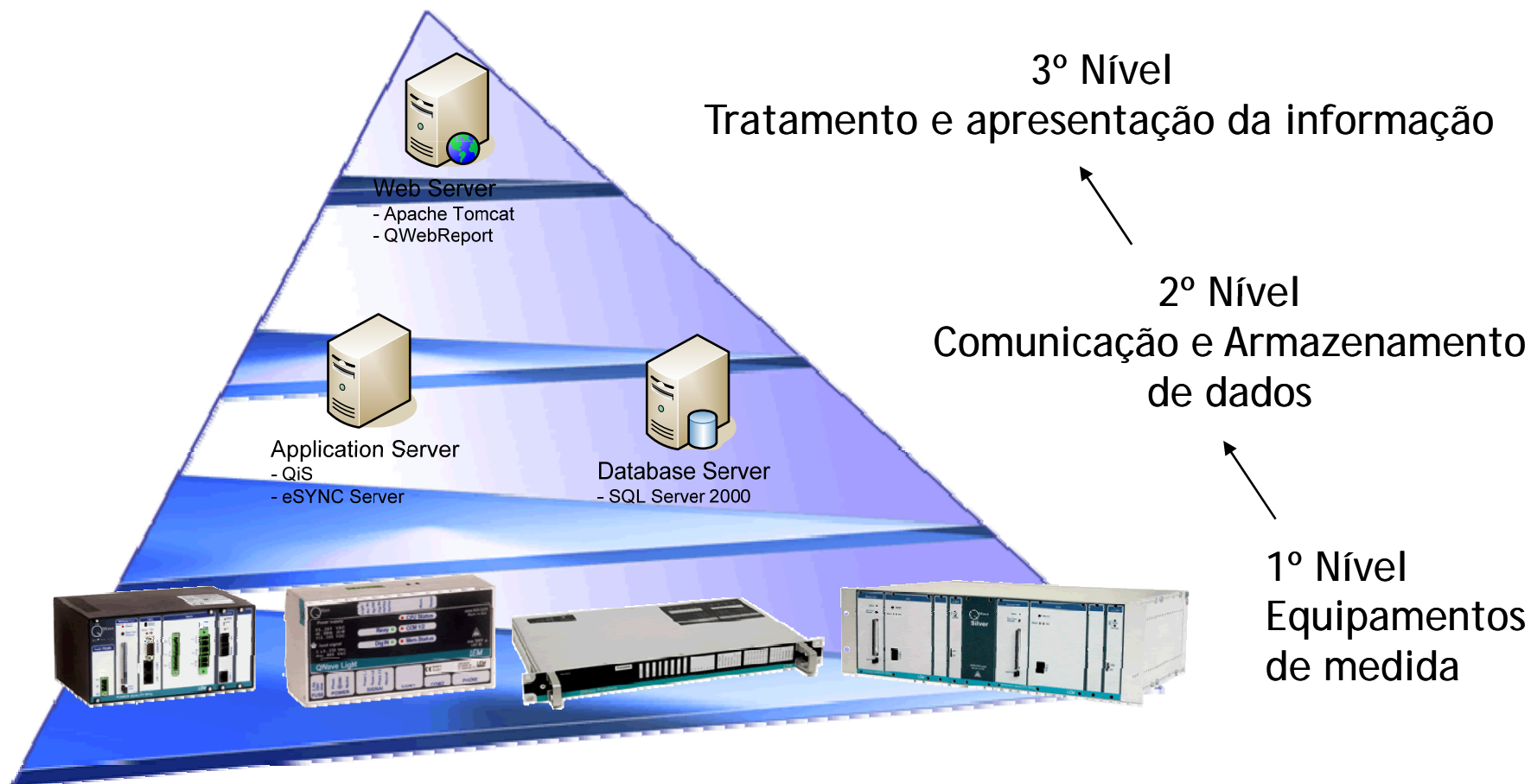
### Sistemas de Monitorização: alguns desafios

1. Grande quantidade de dados produzida pelos diferentes equipamentos instalados em diferentes pontos da rede.
2. Apresentação de forma fácil a diferentes tipos de utilizadores (desde técnicos a utilizadores não técnicos (p.ex. consumidores)).
3. Necessidade de apresentação uniforme para os diferentes pontos de medição.
4. Fácil acesso aos diferentes utilizadores.

### Arquitectura do Sistema

- Primeiro nível de dados:
  - Unidades Remotas de Qualidade de Energia para a aquisição dos dados.
  - Conformidade com a IEC-61000-4-30.
  - Fornecem um pré tratamento dos dados.
- Segundo nível de dados:
  - Rede de comunicações para a recolha dos dados e uma ou mais Bases de dados que armazenam a informação ao longo do tempo.
- Terceiro nível de dados:
  - Software (QWebreport) para recolha, tratamento e publicação dos dados para consulta na intranet/internet.

## Arquitectura do sistema



### Fases de implementação do SMQOT

- FASE 1:  
Ilha de São Miguel (2006).
- FASE 2:  
Ilha Terceira, Pico e Faial (2007).
- FASE 3:  
Ilha de Santa Maria, S.Jorge, Graciosa, Flores e Corvo (2008).
- Fase 4: Novas Infraestruturas

## Unidade Remota de Qualidade de Energia instalada numa Subestação



### Unidade Remota de Qualidade de Energia instalada um Posto de Transformação



### Plano de Monitorização para o Ano 2009

- Ilha de São Miguel: 1 CT , 8 SEs, 8 PTs
- Ilha Terceira: 1 CT, 4 SEs, 4 PTs.
- Ilha do Pico: 1 CT, 3 SEs, 3 PTs.
- Ilha do Faial: 1 CT, 1 SE, 2 PTs.
- Ilha de Santa Maria: 1 CT, 1 SE, 1 PT.
- Ilha de São Jorge: 1 CT/SE, 1 PT.
- Ilha Graciosa: 1 CT/SE, 1 PT.
- Ilha das Flores: 1 CT, 1 SE, 1 PT.
- Ilha do Corvo: 1 CT/SE.
  
- TOTAL: 9 CT, 18 SEs, 21 PTs = 48 instalações monitorizadas.



### Rede de comunicação de dados

- GPRS.
- Ethernet.

### QWebreport

- Disponibiliza a informação da Qualidade de Energia para os diferentes utilizadores para os dados:
  - Regulador
    - Relatórios de conformidade.
    - Análise multi-local e multi-período.
  - Operadores da rede
    - Relatórios de conformidade.
    - Caracterização da rede.
    - Apoio ao planeamento.
    - Informação de ocorrências.
  - Clientes
    - Correlação entre problemas na produção e ocorrências na rede eléctrica.

### QWebreport

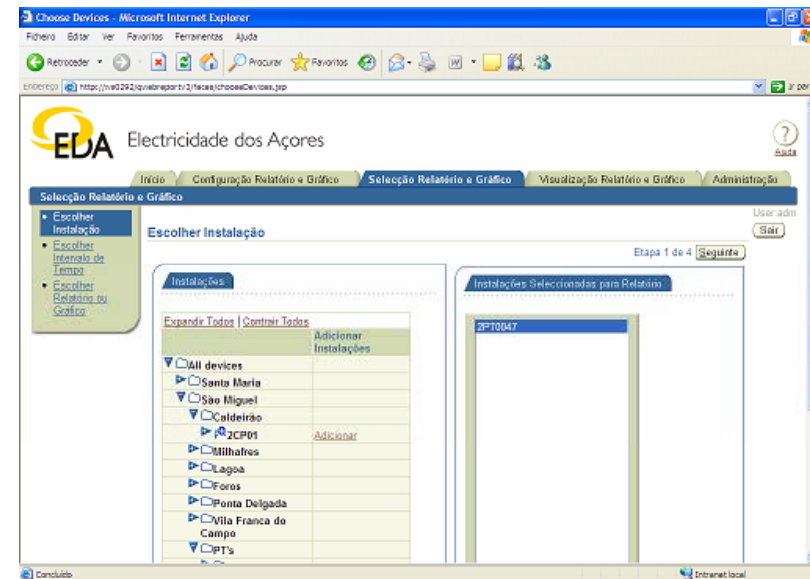
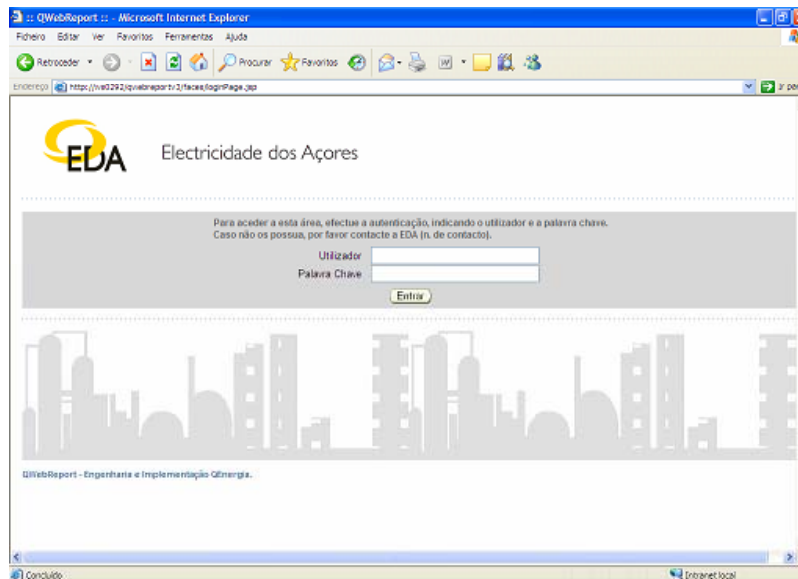
- Acesso por intermédio de um browser standard sem qualquer software adicional.
- Navegação fácil.
- Permite a definição de perfis de utilizadores.
- Permite a definição de diferentes tipos de utilizadores.

### QWebreport

- Relatórios e gráficos
  - Relatório agregado de eventos.
  - Gráfico dos valores máximos e mínimos da tensão e da frequência.
  - Relatórios da tensão RMS, THD, Harmónicas, Tremulação, Desequilíbrio e Frequência:
    - Conformidade, gráficos no tempo, validação dos dados.
  - Quadro resumo por local e por semana.
  - Quadro resumo multi-local e multi-semana.
  - Relatório Excel com o formato ERSE .
- Possibilidade de exportação para \*.pdf.

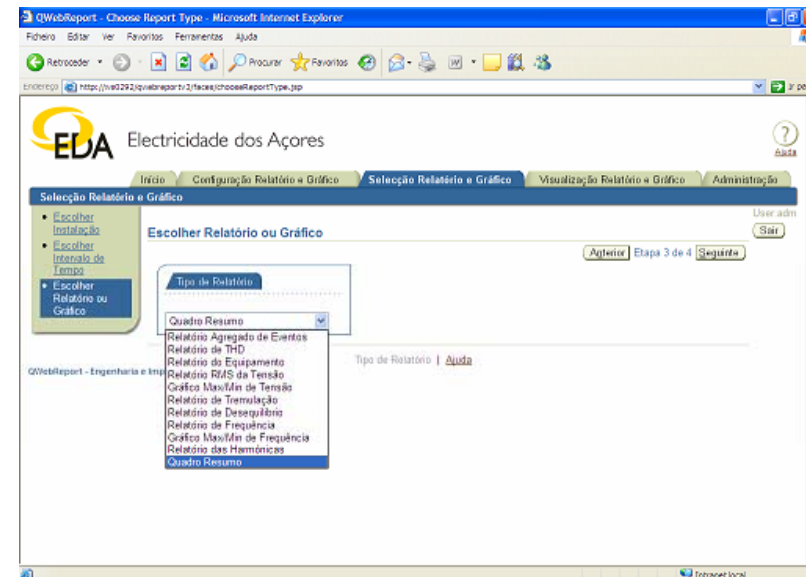
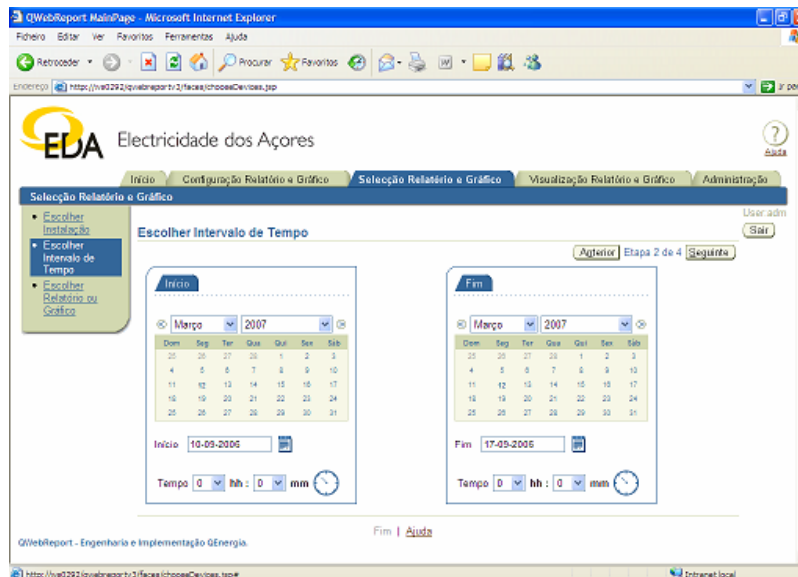
# Sistema de Monitorização da Qualidade de Onda de Tensão

## QWebreport



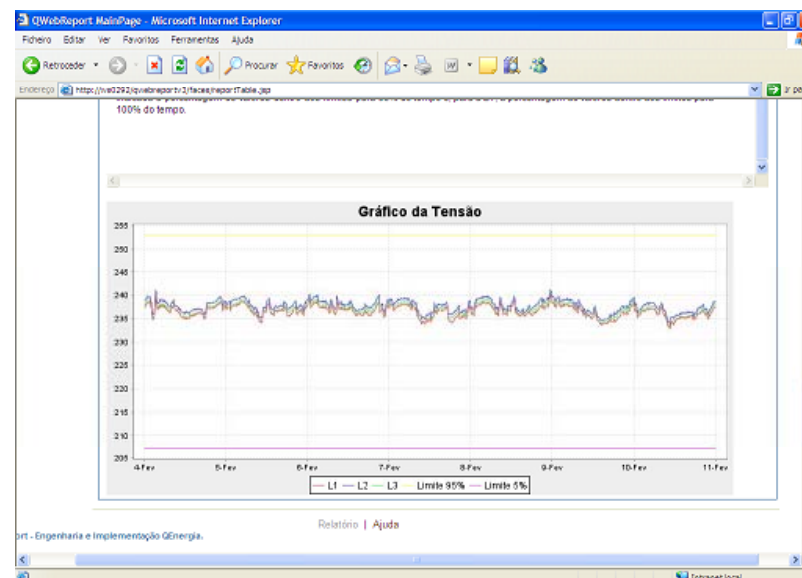
# Sistema de Monitorização da Qualidade de Onda de Tensão

## QWebreport

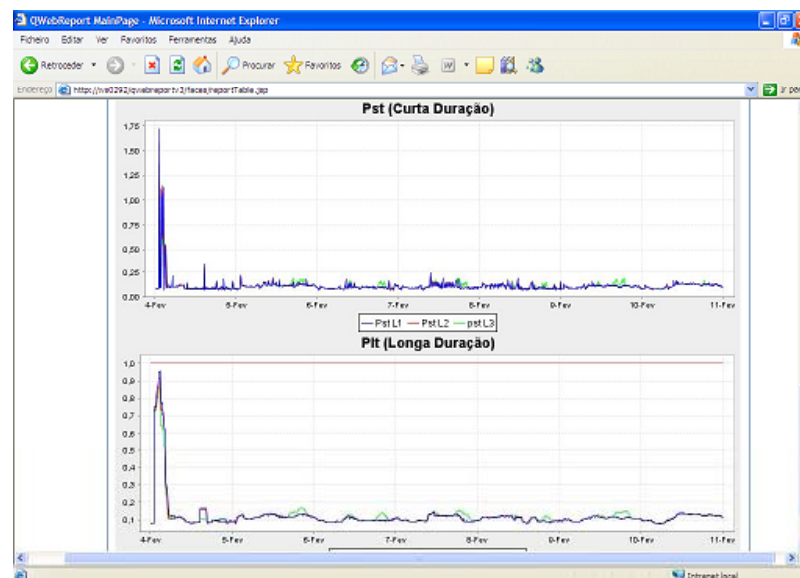
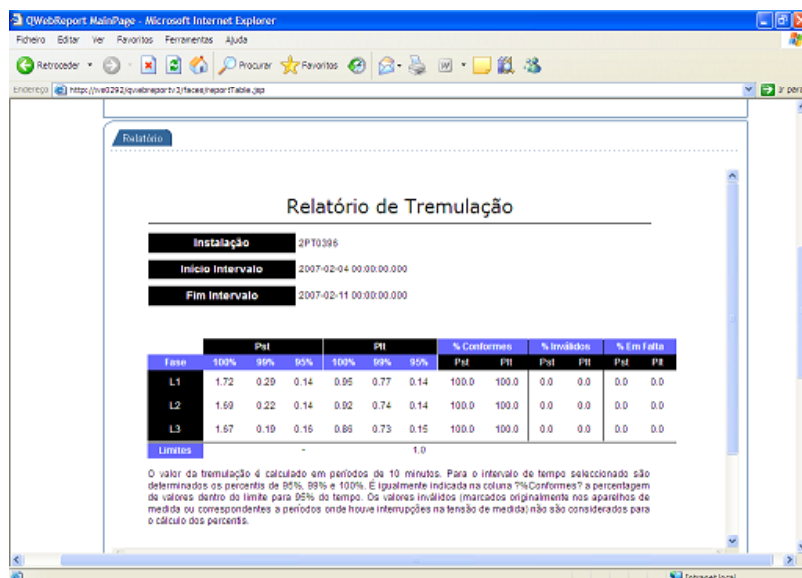


# Sistema de Monitorização da Qualidade de Onda de Tensão

## QWebreport - Relatório RMS da Tensão

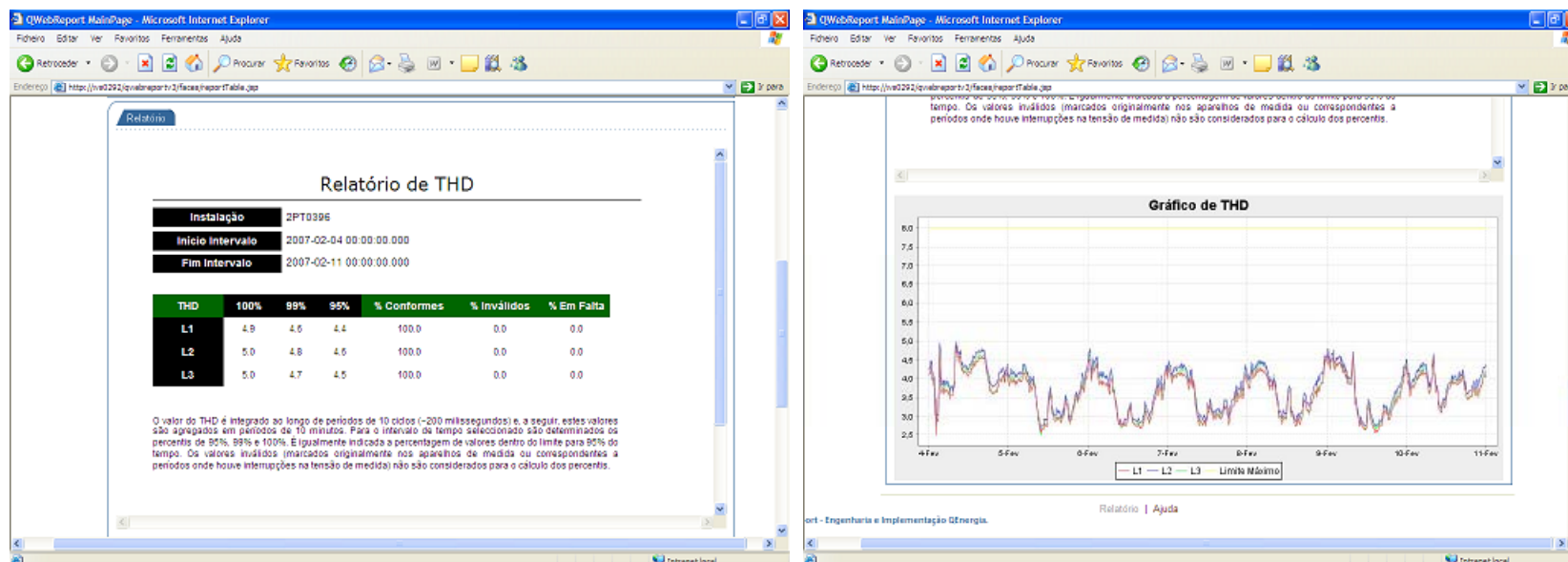


## QWebreport - Relatório de Tremulação



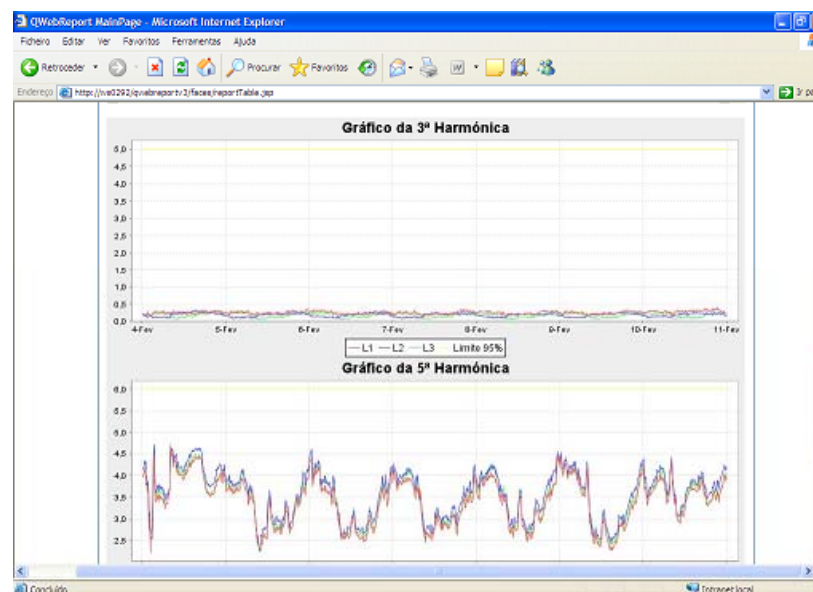
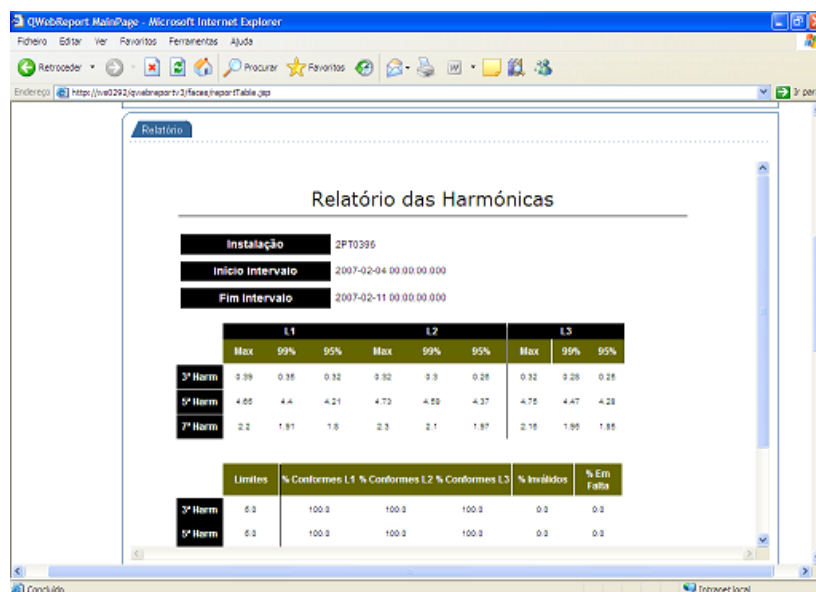


## QWebreport - Relatório de THD



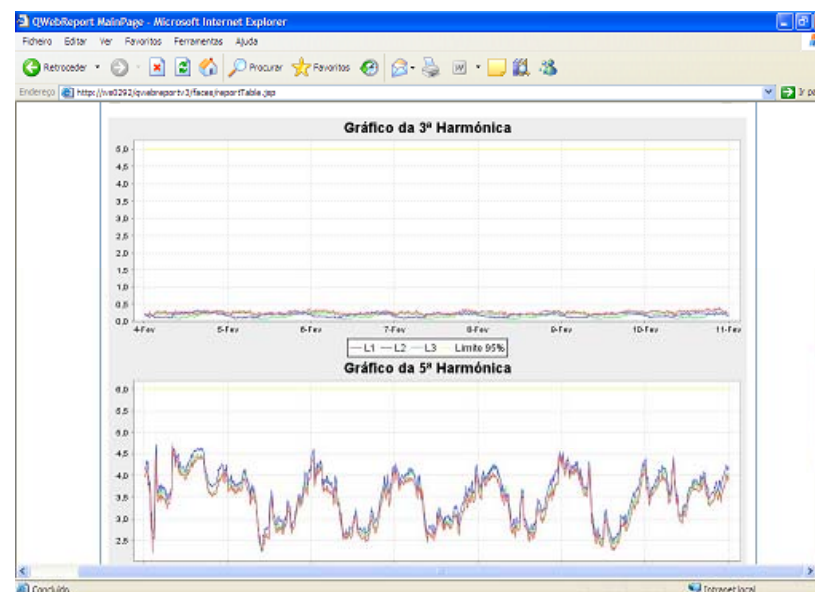
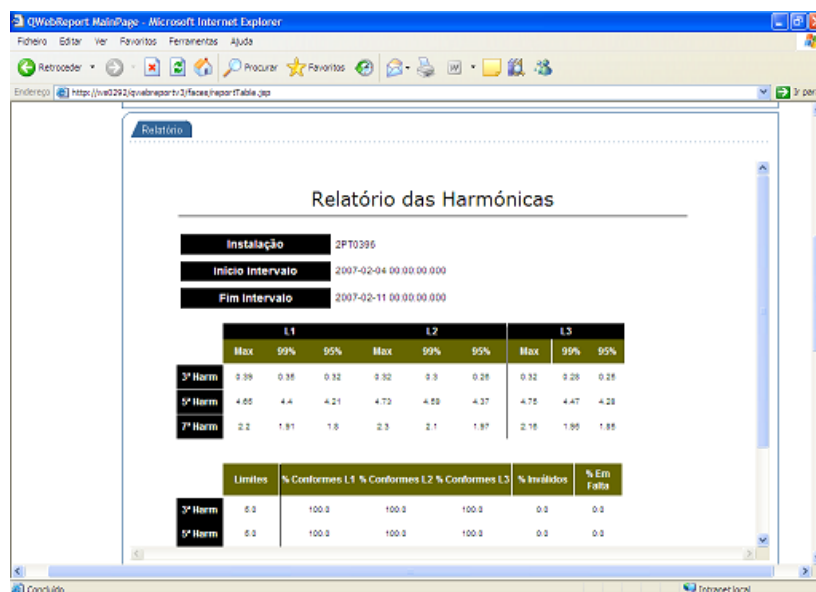
# Sistema de Monitorização da Qualidade de Onda de Tensão

## QWebreport - Relatório das Harmónicas



# Sistema de Monitorização da Qualidade de Onda de Tensão

## QWebreport - Relatório das Harmónicas



### QWebreport: Índices de Qualidade de Energia

- Para a supervisão mais rápida, especialmente quando se compara diferentes pontos de monitorização e em diferentes períodos de tempo, é desejável a utilização de índices de Qualidade de Energia:
  - CPQI - Continuous Power Quality Index
  - DPQI - Discrete Power Quality Index

# QWebreport: Índices de Qualidade de Energia

## ■ CPQI

- Para as perturbações contínuas são considerados os limites da EN50160.
- Decorre de um processo de normalização dividindo cada percentil pelo limite correspondente. O índice atinge o limite da sua aceitabilidade quando o valor é 1.
- Caso os valores resultantes sejam inferiores a 1, o maior valor será utilizado para representar o índice PQ da instalação. Caso 1 ou mais valores seja superior a 1, então o índice será a soma de todos os valores resultantes superiores a 1.

# QWebreport: Índices de Qualidade de Energia

## ■ DPQI

- Índice para as perturbações discretas de Qualidade de Energia.
- Diversos índices têm sido propostos para simplificar a representação das características de duração/profundidade representando as perturbações discretas.
- Utilização de um índice de severidade relativamente à curva CBEMA ou ITIC proposto por Fleming, para a produção de um único “site severity index” a partir de uma lista de eventos agregados para todos os eventos fora dos limites da ITIC. Para uma semana, os diferentes índices serão somados resultando num único índice.

# Acompanhamento das necessidades dos clientes

## ■ Principais perturbações/não conformidades:

### □ Harmónicos.

#### ■ Causa: fenómenos de ressonância.

Quando a bateria de condensadores permanece ligada nas horas de menor consumo, gera-se um fenómeno de ressonância para entre a bateria e a reactância da rede vista dos seus terminais (do barramento de 15kV da SE de Angra do Heroísmo), resultando na amplificação das correntes e tensões harmónicas de 5ª ordem injectadas pelas cargas perturbadoras, que chegam a atingir valores até 8%.

As tensões harmónicas de 5ª ordem passam, deste modo, a atingir valores superiores aos 6% regulamentares, e colocam os valores da distorção harmónica total (THD) da tensão de alimentação próximos do limite de 8%.

### □ Flicker.

#### ■ Causa: As flutuações de tensão são provocadas principalmente por cargas de grande potência, com regimes de funcionamento instáveis.

### Acompanhamento das necessidades dos clientes

- É efectuada a confirmação dos valores medidos no ponto de monitorização (PT/SE) pela utilização de um FLUKE 1760 (ou Silver portátil).
- Apresentação de resultados aos clientes: Relatório da EN50160 relativo à semana em causa.





## Sistema de Monitorização da Qualidade de Onda de Tensão

---

?

## QWebreport - Selecção de semanas para relatório ERSE

Para a escolha entre as várias semanas e entre os vários locais foram criados dois indicadores semanais:

- Indicador para as grandezas do regime permanente – *Continuous Power Quality* Índice (CPQI). Para as grandezas com níveis máximos e mínimos (como a tensão e a frequência) os valores máximos e mínimos e os percentis de 5% e 95% são normalizados de acordo com a expressão:

$$CPQI_{RMS} = \left| (V_{MEDIDO} - V_{NOMINAL}) / (V_{LIMITE} - V_{NOMINAL}) \right|$$

É retido o maior valor de entre os calculados para as 3 fases dos percentis 5% e 95%.

- Para as grandezas apenas com níveis máximos, são normalizados os percentis 95% de acordo com a seguinte expressão:

$$CPQI_{RMS} = V_{MEDIDO} / V_{LIMITE}$$

É retido o maior valor entre as 3 fases

Se todos os valores forem inferiores a 1, é retido como CPQI o maior valor. No caso contrário são somados todos os valores superiores a 1.

A selecção das semanas apresentadas por equipamento foi efectuada utilizando o seguinte princípio:

- a semana cujo valor CPQI corresponde à mediana dos valores;
- a semana com o pior índice do CPQI;
- a semana com o melhor índice de CPQI.