

# **Os esquemas de incentivo da qualidade do serviço no sector de distribuição de energia eléctrica promovem a eficiência técnica?**

João António do Poço Ramos

Dissertação para a obtenção do grau de mestre em Economia e Gestão do  
Ambiente

*Orientado por:*

*Professor doutor Hélder Manuel Valente da Silva*

**Faculdade de Economia  
Universidade do Porto**

2014



### **Breve Nota Biográfica**

O candidato licenciou-se em Geografia na Faculdade de Letras da Universidade do Porto, em 2012. Ingressou nesse mesmo ano no Mestrado de economia e gestão do ambiente. Após ter frequentado a Unidade Curricular de Economia da Regulação surgiu a ideia de desenvolver uma dissertação na área da eficiência técnica no sector da distribuição de energia eléctrica.

## **Agradecimentos**

À minha família especialmente à minha mãe pelo apoio emocional com que pude contar ao longo deste trabalho.

Ao meu orientador, professor doutor Hélder Manuel Valente da Silva agradeço a sua compreensão, os seus conselhos e sobretudo a total disponibilidade que sempre revelou em todas as fases do processo de investigação.

À professora doutora Elvira Maria de Sousa Silva pelos múltiplos conhecimentos que me transmitiu no âmbito da economia da produção, essenciais para a concretização da componente prática da dissertação.

Ao Director de Planeamento, Controlo e Desenvolvimento de Negócio da EDP, Engenheiro João Martins de Carvalho pelo envio de todos os dados solicitados e pelo aconselhamento prestado.

A todos os professores do Mestrado de economia e gestão do ambiente pelo apoio, empenho e dedicação demonstrados ao longo dos últimos 2 anos.

## Resumo

A presente investigação pretende efectuar uma análise de *Benchmarking* internacional que permita aferir a importância dos esquemas de incentivo relativos à qualidade do serviço na promoção da eficiência técnica. Recorrendo ao método de programação linear DEA foi possível medir eficiência técnica com a inclusão de variáveis referentes à qualidade do serviço. As 18 companhias de distribuição analisadas operam exclusivamente na União Europeia e são provenientes de Portugal, Reino Unido, República da Irlanda, Grécia e República Checa. A abordagem restringe-se à avaliação dos parâmetros estritamente técnicos da distribuição em alta, média e baixa tensão, no ano de 2011. Os resultados demonstram que a inclusão das variáveis de qualidade possuem um efeito positivo sobre os índices de eficiência técnica. Além disso, fica comprovada a importância da introdução da qualidade do serviço no enquadramento regulatório que rege a distribuição de energia eléctrica

**Palavras-chave:** Qualidade, Eficiência, Distribuição, Energia, Regulação.

## **Abstract**

The present investigation means to achieve an analysis of International *Benchmarking*, which will assess the importance of incentive schematics in relation to service quality in the promotion of technical efficiency. By using the linear programming methodology DEA, it was possible to measure technical efficiency, including variables related to service quality. The 18 distribution companies analyzed operate exclusively in the European Union and are from Portugal, United Kingdom, Republic of Ireland, Greece and the Czech Republic. This approach is restricted to the evaluation of only technical parameters of distribution regarding high, medium, and low tension. The results demonstrate that the inclusion of quality variables possesses a positive effect on technical efficiency indexes. Furthermore, the importance of quality service in the regulatory framework that manages the distribution of electricity was proven.

**Keywords:** Quality, Efficiency, Distribution, Electricity, Regulation.

# Índice

|                                                                     |           |
|---------------------------------------------------------------------|-----------|
| Breve Nota Biográfica .....                                         | I         |
| Agradecimentos .....                                                | II        |
| Resumo.....                                                         | III       |
| Abstract .....                                                      | IV        |
| Índice .....                                                        | V         |
| Índice de Figuras.....                                              | VII       |
| Índice de Tabelas .....                                             | VIII      |
| Introdução .....                                                    | 1         |
| <b>1. Regulação da Qualidade.....</b>                               | <b>4</b>  |
| <b>1.1 Cadeia de valor do sector da energia eléctrica .....</b>     | <b>4</b>  |
| 1.2 Conceito de Qualidade .....                                     | 6         |
| 1.3 Medir os aspectos qualitativos da rede.....                     | 7         |
| 1.4 Níveis óptimos de Qualidade .....                               | 8         |
| 1.5 Custos da Qualidade.....                                        | 11        |
| 1.6 Impacto da Regulação por incentivos na Qualidade .....          | 13        |
| 1.7 Trabalhos empíricos sobre a qualidade do serviço.....           | 15        |
| <b>2. Mecanismos complementares de regulação da Qualidade .....</b> | <b>18</b> |
| 2.1 Standards Mínimos de Qualidade .....                            | 18        |
| 2.2 Esquema de Incentivos Prémio/Penalização .....                  | 19        |
| 2.3 Publicação da performance da empresa .....                      | 20        |
| 2.4 Experiências Internacionais .....                               | 21        |
| <b>3. Analises Benchmarking .....</b>                               | <b>23</b> |
| 3.1 “Yardstick Competition” .....                                   | 24        |
| <b>4. Regulação da distribuição em Portugal .....</b>               | <b>27</b> |
| 4.1 Caracterização do Sector da distribuição .....                  | 27        |
| 4.2 Incentivos à melhoria da qualidade do serviço .....             | 28        |
| 4.3 Mecanismo Prémio/Penalização simétrico.....                     | 29        |
| 4.4 Resultados e Compensações .....                                 | 32        |
| 4.5 Investimentos na rede.....                                      | 35        |
| <b>5. Objectivos e Hipóteses .....</b>                              | <b>36</b> |
| <b>6. Metodologia .....</b>                                         | <b>37</b> |

|                                           |           |
|-------------------------------------------|-----------|
| <b>7. Dados e Variáveis .....</b>         | <b>38</b> |
| 7.1 Período de análise.....               | 38        |
| 7.2 Variáveis.....                        | 38        |
| 7.2.1 Variáveis input .....               | 38        |
| 7.2.2 Variáveis output .....              | 39        |
| 7.2.3 Variáveis qualidade.....            | 39        |
| 7.3 Dados (secundários) e Fontes.....     | 40        |
| 7.4 Companhias de Distribuição .....      | 41        |
| <b>8. DEA .....</b>                       | <b>42</b> |
| <b>9. Resultados .....</b>                | <b>44</b> |
| 9.1 Especificidades dos Modelos .....     | 44        |
| 9.2 Estatística descritiva .....          | 45        |
| 9.3 Eficiência Técnica .....              | 48        |
| 9.4 Modelo Custos.....                    | 49        |
| 9.5 Modelo CAPEX-SAIDI e OPEX-SAIDI ..... | 50        |
| 9.6 Modelo Qualidade .....                | 52        |
| 9.7 Targets .....                         | 53        |
| 9.8 Apreciação Global.....                | 55        |
| <b>10. Conclusão .....</b>                | <b>56</b> |
| ANEXOS.....                               | 59        |
| Referências Bibliográficas .....          | 63        |

## Índice de Figuras

|                                                                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 – Estrutura do sector eléctrico europeu .....                                                                           | 4  |
| Figura 2 – Dimensões da qualidade do serviço no sector da distribuição de energia eléctrica .....                                | 7  |
| Figura 3 – Nível óptimo de qualidade .....                                                                                       | 8  |
| Figura 3.1 – Variações do óptimo de qualidade .....                                                                              | 10 |
| Figura 4 – Potencial trade-off entre qualidade e investimento.....                                                               | 15 |
| Figura 5- Aplicação das metas de eficiência.....                                                                                 | 26 |
| Figura 6 – Mecanismo de incentivo à melhoria da qualidade do serviço.....                                                        | 30 |
| Figura 6.1 – Valores atribuídos aos parâmetros que avaliam a qualidade do serviço para o período regulatório 2012-2014.....      | 31 |
| Figura 7 – Valores TIEPI em Portugal entre 2001 e 2012.....                                                                      | 33 |
| Figura 7.1 – Proveitos e Multas decorrentes da aplicação do mecanismo de incentivo à qualidade do serviço entre 2003 e 2012..... | 33 |
| Figura 7.2 – Frequência das interrupções em média tensão entre 2001 e 2012.....                                                  | 34 |
| Figura 7.3 – Duração das interrupções em média tensão entre 2001 e 2012.....                                                     | 34 |
| Figura 8 – Valores investidos pela EDP, em qualidade do serviço entre 2000 e 2011...35                                           |    |
| Figura 9 – Número médio de Interrupções registado pelas 18 companhias da amostra.46                                              |    |
| Figura 9.1 – Duração média das interrupções registadas pelas 18 companhias da amostra.....                                       | 47 |
| Figura 10 – Índices de eficiência técnica no modelo “Custos” .....                                                               | 50 |
| Figura 10.1 - Índices de eficiência técnica no modelo OPEX-SAIDI.....                                                            | 51 |
| Figura 10.2 - Índices de eficiência técnica no modelo CAPEX-SAIDI.....                                                           | 51 |
| Figura 10.3 - Índices de eficiência técnica no modelo Qualidade.....                                                             | 53 |
| Figura 10.4 - Índices de eficiência técnica em todos os modelos por companhia.....                                               | 55 |

## **Índice de Tabelas**

|                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 – Indicadores de qualidade registados pelas companhias em baixa e média tensão.....                       | 29 |
| Tabela 2 – Variáveis output e Input utilizadas nos modelos testados.....                                           | 45 |
| Tabela 3 – Estatística descritiva da Amostra.....                                                                  | 45 |
| Tabela 4 – Índices de eficiência técnica nos 4 modelos em 2011.....                                                | 48 |
| Tabela 5 – Metas definidas pelo software Frontier para cada uma das companhias nos modelos Qualidade e Custos..... | 54 |

## Introdução

Nos países da União Europeia, o sector da energia eléctrica tem vindo a sofrer alterações estruturais profundas em todas as fases da cadeia de valor. Em virtude das directivas comunitárias, as actividades de produção e comercialização de electricidade foram liberalizadas, como forma de criar e promover um mercado potencialmente competitivo. Nas actividades exploradas em regime de monopólio natural, nomeadamente a distribuição e o transporte, foram introduzidos mecanismos regulatórios com o objectivo de melhorar os índices de eficiência das companhias.

Neste sentido, a grande maioria dos reguladores optou por implementar modelos baseados na regulação por incentivos em detrimento da tradicional taxa de retorno. Naturalmente, este tipo de esquemas de incentivo foram também aplicados nas actividades de transporte e distribuição de energia eléctrica. Esta transição introduziu novos desafios para os reguladores e para as companhias de distribuição (Giannakis et al., 2005).

Os novos esquemas baseados nos “revenue caps” ou nos “Price caps” criaram incentivos às empresas para reduzirem os seus custos e maximizarem o lucro, daí resultante. Contudo, as indústrias intensivas em capital, como é o caso do sector eléctrico, sob este regime regulatório tendem a degradar os seus padrões de qualidade. Desta forma, as entidades reguladoras foram obrigadas a gerir o potencial trade-off entre a redução dos custos e a qualidade do serviço, introduzindo esquemas de regulação complementares. Estes esquemas passam pela fixação de padrões mínimos de qualidade, conferindo um prémio para as empresas que excedem as suas metas e uma multa para aquelas que ficam aquém deste patamar. Com pequenas especificidades dependendo dos locais, é assim que se processa a avaliação da qualidade na generalidade dos países europeus, incluindo Portugal. Por outro lado, o recurso a estudos de *Benchmarking* poderá ajudar a entidade reguladora e as companhias a melhorarem o seu desempenho através da comparação com homólogos internacionais. Normalmente são utilizados dois tipos de análises *Benchmarking* no sector da distribuição de energia eléctrica: os métodos baseados na fronteira de produção, como

são os casos do DEA, do SFA e do COLS ou os modelos de cariz normativo que utilizam uma empresa fictícia como referência (Jasmab, 2003; Ajodhia, 2005).

A presente investigação tem como objectivo medir o impacto da inclusão da qualidade do serviço na eficiência técnica. Desta forma, será possível avaliar a consistência do actual enquadramento regulatório nomeadamente dos esquemas de incentivo e os seus efeitos sobre o desempenho das companhias. Além disso, será efectuada uma análise benchmarking comparando a performance da EDP com as restantes companhias europeias presentes na amostra.

Neste sentido, serão analisadas 18 companhias de distribuição Europeias provenientes de Portugal, Grécia, Reino Unido, República Checa e República da Irlanda para o ano de 2011. A eficiência técnica foi calculada com recurso ao método não paramétrico de programação linear DEA. As variáveis input utilizadas foram os custos de exploração, os investimentos de rede e o número de funcionários. Igualmente como inputs foram inseridos o número e a duração das interrupções, representando os aspectos da qualidade da energia distribuída. O comprimento de rede, a energia fornecida e o número de consumidores foram introduzidos como variáveis output. Desta conjugação esperam-se obter 4 modelos que permitam aferir as performances das empresas de distribuição sob vários pontos de vista diferentes.

A dissertação encontra-se dividida em duas grandes partes. Na primeira parte, desenvolve-se uma revisão teórica dos conceitos associados á qualidade do serviço no sector da energia eléctrica. Na segunda parte, elabora-se uma análise empírica referente à temática em estudo.

Na primeira parte, a investigação divide-se em 5 capítulos. O primeiro aborda a estrutura do mercado de electricidade europeu e descreve as várias fases da cadeia de valor do sector. No segundo capítulo, procede-se à explanação do conceito de qualidade do serviço, descreve-se os custos que lhe estão associados e identificam-se os principais indicadores qualitativos. São ainda analisados os impactos que a regulação por incentivos possui na qualidade, terminando-se o capítulo com uma revisão de um conjunto de trabalhos empíricos sobre eficiência técnica. No terceiro e quarto capítulos, foram enunciados os mecanismos que regulam a qualidade do serviço na distribuição de energia e abordam-se as questões mais relevantes associadas às análises *Benchmarking*.

No último capítulo, faz-se uma pequena caracterização do mercado eléctrico nacional e do seu sistema regulatório.

A segunda parte inicia-se com a exposição dos objectivos e das hipóteses de investigação relativamente ao trabalho empírico. Posteriormente são apresentadas as variáveis, a proveniência dos dados e a metodologia utilizada ao longo da elaboração da presente dissertação. Dentro da Metodologia encontra-se descrito o método DEA, que é utilizado para a análise dos índices de eficiência das 18 companhias de distribuição. No nono capítulo, são enunciados os resultados obtidos através da aplicação do modelo empírico. A dissertação termina com uma reflexão sobre esses resultados e indica a contribuição de semelhante estudo para a investigação científica. Destacam-se ainda algumas limitações inerentes ao trabalho realizado concluindo-se com propostas para futuras investigações.

# 1. Regulação da Qualidade

## 1.1 Cadeia de valor do sector da energia eléctrica



Figura 1 – Estrutura do sector eléctrico

Fonte: Soares, (2012)

A energia eléctrica constitui uma componente indispensável dos padrões de vida social e cultural da sociedade. A sua segurança e eficiência são cruciais para o desenvolvimento económico e para a competitividade nacional. À semelhança das telecomunicações e da água, o sector da electricidade é uma indústria de rede, que possui um conjunto de actividades distintas mas inter-relacionadas entre si. A cadeia de valor da energia eléctrica é constituída pelas actividades de produção, rede transporte, rede distribuição e pela comercialização (Jamash e Pollitt, 2007).

A **Geração** compreende a produção e conversão da electricidade em energia. Este processo desenvolve-se a partir de centrais electroprodutoras, que podem ser térmicas (Petróleo, Gás Natural ou Carvão), hídricas ou utilizar outros recursos renováveis (vento, biomassa, ondas). A **rede de transporte** envolve o transporte de longa-distância da energia em muito alta tensão até à rede de distribuição, que posteriormente a entrega, em média ou baixa tensão aos consumidores. Em Portugal, esta rede possui ligações com Espanha o que possibilita o intercâmbio de energia entre ambos. A sua estrutura é composta maioritariamente por linha aéreas e em menor grau por cabo subterrâneos (Arocena, 2006; Jamash e Pollitt, 2007; ERSE, 2012).

As **actividades de distribuição** consistem no transporte em média e baixa tensão da energia eléctrica através de redes locais compostas por linhas aéreas, cabos subterrâneos, postos de transformação, subestações e sistemas de controlo,

transferindo a energia da rede nacional de transporte para os consumidores. A **comercialização** está sobretudo relacionada com a venda por grosso ou a retalho da energia eléctrica aos consumidores finais. Em Portugal, esta actividade é desenvolvida por 13 companhias no mercado regulado, incluindo as 10 pequenas cooperativas que estão presentes no sector da distribuição em baixa tensão. Actualmente, existe um mercado regulado e um livre, embora nos próximos anos esteja prevista a eliminação das tarifas reguladas. As actividades de produção e comercialização são consideradas potencialmente competitivas, enquanto a distribuição e o transporte são definidos como monopólios naturais (Arocena, 2006; Jamasb e Pollitt, 2007; ERSE, 2012).

Dadas as especificidades das indústrias de rede e a necessária coordenação económica entre as diferentes actividades, o sector da electricidade foi dominado por empresas verticalmente integradas. A sua importância estratégica e as noções de serviço público levaram a que muitas das companhias fossem controladas pelo estado ou pelos municípios. Os consumidores finais desta actividade são bastante heterogéneos (residencial, comercial e industrial) e possuem padrões, intensidades e valores de consumo diferentes (Arocena, 2006; Jamasb e Pollitt, 2007; ERSE, 2012).

Do ponto de vista técnico, a electricidade é um produto homogéneo e não armazenável. A existência de infra-estruturas (redes de distribuição, transporte e centrais térmicas) que têm de ser renovadas ou ampliadas, em virtude do aumento da procura leva a que existam ciclos de investimento. O negócio caracteriza-se pela elevada intensidade de capital, pela existência de custos afundados e pelo longo ciclo de vida económico dos activos (Arocena, 2006; Jamasb e Pollitt, 2007; ERSE, 2012).

Desde do final dos anos 80, que a indústria da energia eléctrica tem vindo a sofrer alterações significativas na sua composição (Figura 1). A tradicional estrutura do sector assente na propriedade pública, na integração vertical e no monopólio foram sendo progressivamente abandonadas abrindo parte do negócio à competição. A criação de um mercado grossista e retalhista, a desintegração vertical e a privatização foram os pontos mais importantes no processo de liberalização do sector que ocorreu em vários países europeus (Falcão et al., 2006; Jamasb e Pollitt, 2007; ERSE, 2012).

## 1.2 Conceito de Qualidade

O conceito de qualidade no sector da distribuição de energia eléctrica pode ser descrito, por um conjunto alargado de atributos de natureza técnica e não técnica (Figura 2). Os **atributos técnicos** estão relacionados com a continuidade do serviço (ocorrência de incidentes na rede que originam interrupções do abastecimento) incluindo o número e duração das interrupções, a qualidade da tensão (variações na frequência, distorções do comprimento onda e “over or under voltage”) e respectivas irregularidades/perturbações. Alguns reguladores Europeus incorporam as perdas (técnicas e associadas à prática de fraude) nas suas avaliações à qualidade do serviço, embora esta prática não seja uniforme (Turquia). Por outro lado, os **aspectos não-técnicos** estão associados à relação comercial que a companhia estabelece com o cliente, podendo integrar procedimentos como a facturação, a periodicidade da leitura dos contadores ou o número de reclamações (Ajodhia e Hakvoort, 2005; Holt, 2005; Çelen e Yalçin, 2012; ERSE, 2012).

Geralmente os indicadores referentes à continuidade do serviço são os mais utilizados em estudo empíricos devido à abundância e disponibilidade dos dados, bem como à sensibilidade dos consumidores relativamente a estas questões (Ajodhia et al, 2003).

Em Portugal, a regulação da Qualidade do serviço encontra-se disponível no “Regulamento da Qualidade do Serviço” e no “Regulamento Tarifário” cuja responsabilidade está a cargo da **Direcção Geral de Energia e Geologia** e da **ERSE**, respectivamente (<http://www.erse.pt/pt/Paginas/home.aspx>).

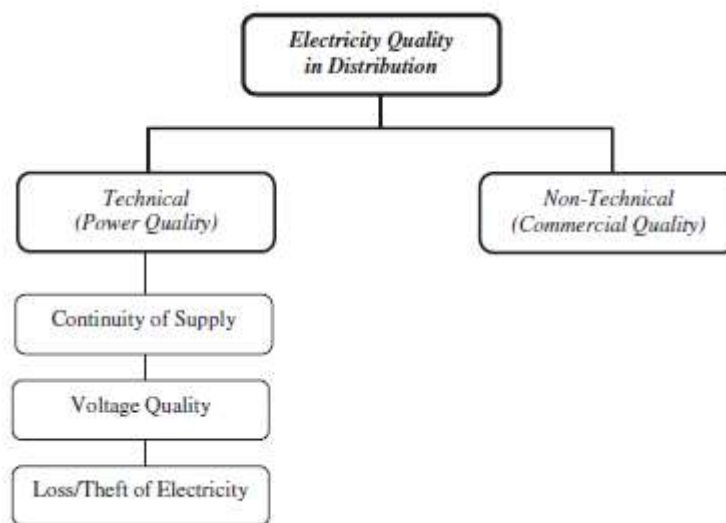


Figura 2 – Dimensões da qualidade do serviço no sector da distribuição de energia eléctrica  
Fonte: Çelen e Yalçın, (2012, p.61)

### 1.3 Medir os aspectos qualitativos da rede

Os reguladores têm como objectivo garantir que a rede de distribuição possui capacidade suficiente para responder no longo prazo ao aumento da procura e assegurar que no curto prazo o número e a duração das interrupções sejam o mais baixo possível. Existem vários indicadores que permitem medir estes aspectos, embora os mais utilizados sejam:

- **SAIDI** (*Índice médio da duração das interrupções*) – Constitui um indicador de nível elevado, sendo utilizado de forma recorrente para medir a performance geral da rede. Pode ser obtido através da divisão do tempo médio das interrupções pelo número de consumidores. Para efeitos de avaliação de desempenho, os reguladores apenas contabilizam as interrupções superiores a 3 minutos, embora registem as restantes.
- **CAIDI/SARI** – fornece ao regulador o tempo necessário, em média para restaurar o serviço. Para tal, é necessário dividir a duração total das interrupções pelo número total das mesmas.
- **SAIFI** (*Índice médio da frequência das interrupções*) - Permite ao regulador definir a probabilidade que um consumidor tem de sofrer uma

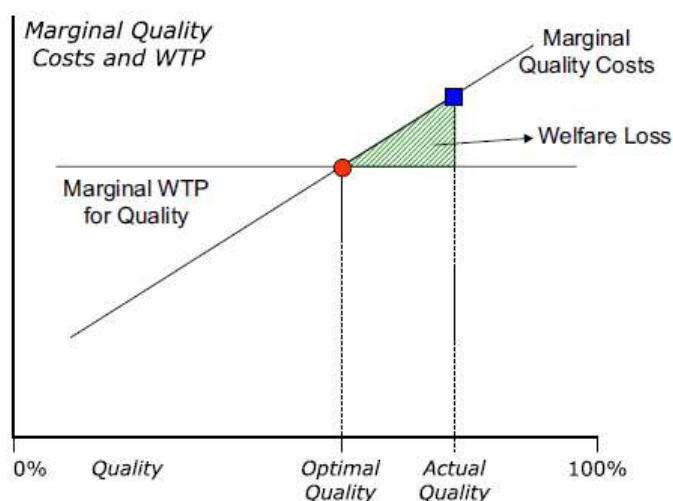
interrupção do serviço. Este valor é calculado a partir da divisão do número de clientes afectados (interrupção) pelo total de consumidores.

- **TIEPI** (*tempo de interrupção equivalente por potencia instalada*) – Aplica-se apenas às redes de media tensão e confere ao regulador informações sobre a duração das interrupções em cada posto de transformação.
- **END** (*Energia não distribuída*) – Volume de energia não distribuída devido a interrupções do abastecimento.

O cálculo destes indicadores constitui um processo bastante complexo e os resultados das comparações entre países devem ser interpretados com alguma precaução. As experiências realizadas no passado comprovam a existência de dificuldades no processo de interpretação dos dados e respectiva componente estatística. Por exemplo, alguns reguladores europeus apenas contabilizam as interrupções superiores a 3 minutos, enquanto outros optam por incluir as interrupções que excedem 1 minuto. Além disso, o ponto inicial da interrupção varia bastante em função do país, sendo alvo de inúmeras divergências (Ajodhia e Hakvoort, 2005; Holt, 2005; Falcão et. al., 2006; ERSE, 2013).

#### 1.4 Níveis óptimos de Qualidade

O preço e a qualidade constituem dois aspectos que estão intimamente ligados,



no caso de sectores como o da distribuição de energia eléctrica. Uma tarifa demasiado baixa de distribuição pode acarretar sérias consequências e constrangimentos resultantes de constantes interrupções do

Figura 3 – Nível ótimo de qualidade  
Fonte: Ajodhia e Hakvoort (2005, p.216)

abastecimento. No entanto, pagar um preço demasiado elevado para que não existam interrupções, também não constitui a solução ideal. Desta forma, a questão passa por determinar qual o nível óptimo de qualidade e o valor que os consumidores estão dispostos a pagar (Ajodhia e Hakvoort, 2005; Holt, 2005).

Num mercado potencialmente competitivo, os preços reflectem os custos de produção e as preferências/expectativas dos consumidores. Numa situação de competição, os consumidores (procura) penalizam ou premiam a empresa em função da relação preço/qualidade do bem. Do lado da oferta os custos e a qualidade estão associados, sendo que níveis superiores de qualidade acarretam preços mais altos (Ajodhia e Hakvoort, 2005; Fumagalli et al., 2007; Growitsch et al., 2010). Como referido anteriormente, o sector da distribuição de energia eléctrica é explorado em regime de monopólio natural. Nestes casos, cabe ao regulador através de um conjunto de normas e incentivos, induzir as empresas, no sentido de oferecerem aos consumidores níveis óptimos de qualidade (Ajodhia e Hakvoort, 2005; Holt, 2005; Fumagalli et al., 2007). A maior dificuldade passa por encontrar o nível óptimo de qualidade, o que tradicionalmente não constitui tarefa fácil.

Do ponto de vista teórico, o nível óptimo de qualidade depende da disponibilidade do consumidor para pagar cada unidade de melhoria dessa mesma qualidade e os custos de incremento que lhe estão associados. Porém, a obtenção das curvas associadas à valorização da qualidade e ao seu custo constitui um exercício bastante complexo e susceptível a erros. Para facilitar o exercício, os custos e os benefícios marginais são ilustrados na figura 3, como uma única função. Além disso, considera-se que a qualidade possui apenas uma dimensão uniforme para todos os consumidores. O ponto de intersecção de ambas as curvas corresponde ao nível óptimo de qualidade. Caso a qualidade se localize acima do ponto óptimo, significa que os consumidores estão a pagar e a beneficiar de um nível de qualidade superior ao socialmente desejável, uma vez que se registam perdas líquidas de bem-estar (figura 3). Em contrapartida, se o valor se situar abaixo do ponto de intersecção, os consumidores não estarão a receber o nível de qualidade do serviço, pelo qual estariam dispostos a pagar (Ajodhia e Hakvoort, 2005; Growitsch et al., 2010).

No entanto podem ser colocadas inúmeras questões a este processo, que dificultam de forma séria a tarefa do regulador. Por um lado, num produto como a

energia eléctrica não é possível estabelecer uma análise unidimensional da sua qualidade. Além disso, a valorização da electricidade varia em função do cliente e da utilização que este faz do bem. Por exemplo, uma interrupção numa unidade industrial acarreta prejuízos superiores a igual fenómeno numa residência. O que implica que os clientes industriais estejam dispostos a pagar mais por um nível de qualidade superior. Deste modo, conclui-se que não existe apenas uma curva de valorização da qualidade, mas sim uma multiplicidade delas. Em termos de investimentos as companhias, não possuem informação suficiente para determinarem quais os custos de incremento da qualidade no futuro, dificultando a elaboração de uma curva de custos com maior precisão (Giannakis et al., 2005, Falcão et al., 2006; Reichl et al., 2008).

Dadas as dificuldades apresentadas, o regulador poderá seguir algumas orientações práticas que permitam obter um resultado, o mais próximo possível do

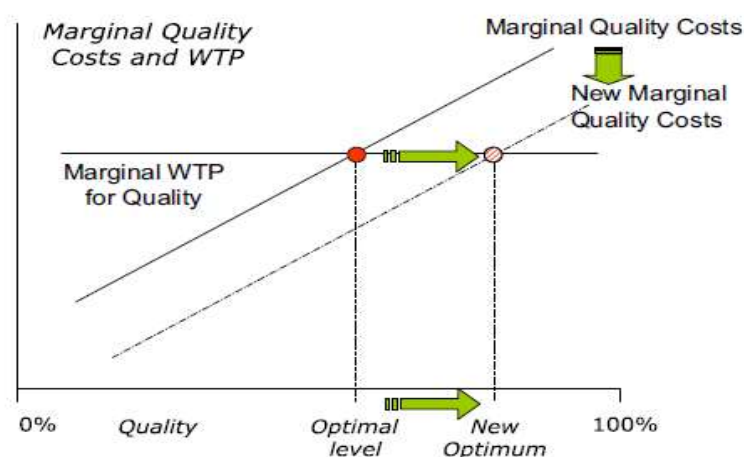


Figura 3.1 – Variações do ótimo de qualidade  
Fonte: Ajodhia e Hakvoort (2005, p.216)

nível ótimo. Dentro destas destaca-se o recurso aos **valores históricos da qualidade**, as **análises benchmark** (comparação dos níveis de qualidade com outros países ou regiões) e a **fixação de metas de desempenho** negociadas com a companhia

(Ajodhia e Hakvoort, 2005; Holt, 2005; Fumagalli et al., 2007).

A longo prazo, as empresas podem tornar-se mais eficientes, necessitando de um volume menor de investimento para fornecer a mesma quantidade de qualidade. Como se pode verificar na figura 3.1, os ganhos de eficiência levam a uma redução dos custos marginais e à fixação de um nível ótimo de qualidade num ponto superior. Nestes casos, o regulador deve estar atento a estas alterações estabelecendo metas de qualidade dinâmicas (Giannakis et al., 2005, Holt, 2005; Falcão et al., 2006; Reichl et al., 2008).

### 1.5 Custos da Qualidade

Uma das principais dificuldades da entidade reguladora passa pelo cálculo dos custos marginais no sector da distribuição de energia eléctrica. O **clima**, a **densidade** e a **estrutura** da rede constituem alguns dos factores que influenciam decisivamente os níveis de custos. Por outro lado, especificidades nos sistemas de transmissão requerem alguma precaução, quando contabilizados. Um dos aspectos mais relevantes para a determinação da função de custos da qualidade é a localização. O capital necessário para assegurar um serviço de qualidade para consumidores que residam em territórios de baixas densidades é bastante superior ao que se regista nas zonas urbanas. Por este motivo, o regulador norueguês e espanhol determinam os custos de cada interrupção de forma agregada, onde os consumidores são classificados em grupos: Residencial/agrícola, Industrial/comercial. A cada um dos agregados é atribuído um valor para as interrupções, de acordo com o preço que os consumidores estão dispostos a pagar (Ajodhia e Hakvoort, 2005; Giannakis et al., 2005; Holt, 2005).

Outro problema específico relacionado com a regulação da qualidade prende-se com a medição das preferências dos consumidores relativamente ao valor que estão dispostos a despendar para obterem um determinado patamar de continuidade do serviço. Contudo, aferir este valor é um processo bastante complexo e por isso os reguladores optam por atribuir um custo por cada interrupção. Desta forma, os custos podem dividir-se em dois grandes grupos: **Curta e longa duração**. Os custos de curta duração são bastante ambíguos e surgem sobretudo associado a problemas de produção, fraudes, danos pessoais, resíduos e outros contratemplos. Em contrapartida, os custos de longa duração estão relacionados com as expectativas que os consumidores têm relativamente ao número e duração das interrupções. Geralmente, estes tendem a recorrer a acções de mitigação destes riscos através da aquisição de geradores, lanternas e velas. Os custos das interrupções dependem de factores como a **intensidade de consumo**, o **rendimento familiar**, da **idade do consumidor**, da **duração/frequência** e da **existência de avisos prévios** (Ajodhia e Hakvoort, 2005; Giannakis et al., 2005; Holt, 2005; Jamasb e Pollitt, 2007).

Embora seja relativamente fácil distinguir os conceitos de interrupções de longo e curto prazo, a medição dos seus custos constitui um processo complexo. Os

reguladores recorrem a inquéritos aos consumidores juntamente com outros métodos. Os métodos indirectos mais utilizados são as *proxies*, calculadas a partir do rácio do Produto Nacional Bruto ou da factura pelo consumo de electricidade. Actuando no primeiro caso (PNB) como limite superior para o valor das interrupções e no segundo como limite inferior (Ajodhia e Hakvoort, 2005; Giannakis et al., 2005; Holt, 2005; Jamasb e Pollitt, 2007).

Nos inquéritos realizados directamente aos consumidores é lhes pedido que identifiquem as diferentes categorias de custos resultantes das interrupções e que apresentem o respectivo valor monetário. Pode ser ainda solicitado aos clientes, que enumerem medidas que permitam atenuar os encargos com as interrupções. Apesar de ser bastante popular entre os reguladores, os resultados destes questionários devem ser interpretados com alguma cautela (Ajodhia e Hakvoort, 2005; Giannakis et al., 2005).

Existem alguns estudos que analisam o impacto dos custos dos operadores de rede e a sua relação com os índices de qualidade apresentados. Dentro destes, destacam-se os seguintes: Fernandes et al (2005); Reischl et al. (2008); Jamasb et al. (2012); Coelli et al (2013);

Reischl et al. (2008) encontraram uma correlação significativa entre o valor das tarifas e os indicadores de continuidade do serviço no sector da distribuição austríaco. Isto é, tarifas superiores tendem a produzir melhores índices de qualidade. Por outro lado, Jamasb et al. (2012) estimaram os custos marginais da melhoria da qualidade para 12 companhias do Reino Unido entre 1995 e 2003. Para o efeito, utilizaram um modelo de efeitos fixos que permitiu estabelecer a relação entre os custos (capex, totex e opex) e outros indutores de custos como a energia fornecida, as perdas e a dimensão da rede. Os autores acabaram por concluir que os custos de redução das perdas são superiores ao preço da energia não fornecida, e como tal não existem incentivos para a melhoria da qualidade do serviço. Neste sentido, Jamasb et al. (2012) afirmam que a continuidade do serviço está longe do ponto óptimo, reflectindo-se em valores de duração das interrupções 45% superiores aos níveis socialmente desejáveis.

Dentro da mesma perspectiva, Coelli et al (2013) analisaram os custos de melhoria da qualidade do sector da distribuição em França entre 2003 e 2005. Os autores defendem que os custos estimados para a melhoria da continuidade do serviço

são 33% superiores, ao valor pago pelo esquema de incentivos. Deste modo, existe em França um incentivo implícito para deterioração dos níveis de qualidade.

Fernandes et al (2005) utilizaram o *Reference Network Model* para avaliar o impacto da melhoria dos níveis de continuidade do serviço nos custos dos operadores de rede. Concluíram que o regulador espanhol não confere os incentivos necessários para a redução do número de interrupções e por isso os valores apresentados pelas companhias encontram-se longe do ponto óptimo. Em contrapartida, o prémio fixado para a redução da duração das interrupções é inferior, propiciando resultados acima do nível óptimo. Por fim, os autores demonstram que os incentivos destinados à redução do número de interrupções deveriam ser maiores do que os atribuídos à redução da duração das mesmas.

### **1.6 Impacto da Regulação por incentivos na Qualidade**

A teoria económica reconhece as inúmeras vantagens que a regulação por incentivos possui em relação à tradicional regulação por taxas de retorno ou custos controlados. A principal crítica apontada à taxa de retorno foi apresentada, em 1962 por Averch e Jonhson. Os autores demonstraram que este mecanismo induz as empresas a escolherem um *mix* de *inputs* extremamente ineficiente. Esta situação decorre do facto de a companhia beneficiar de um prémio de retorno proporcional ao capital investido, tornando se lucrativo o sobre investimento, nas situações em que a taxa de retorno é superior ao custo do capital. Para além, dos custos associados ao excesso de investimento (subentenda-se investimento acima do socialmente desejável), as empresas não possuem incentivos para se tornar mais eficientes. No entanto, existem alguns aspectos, nos quais a taxa de retorno se manifesta superior à regulação por incentivos. Por exemplo, neste mecanismo não se registam problemas de qualidade relevantes, uma vez que os níveis de continuidade do serviço tendem a melhorar com o investimento efectuado na rede (Figura 4). Porém, os consumidores poderão receber um nível de qualidade superior àquele que estão dispostos a pagar (Giannakis et al., 2005; Holt, 2005; Ajodhia e Hakvoort, 2005, Fernandes et al., 2012;).

A regulação por incentivos foi pela primeira vez aplicada, nos anos 80 em Inglaterra. Dado os seus elevados índices de sucesso, este esquema foi rapidamente

adoptado por grande parte dos países europeus nas indústrias de rede (Jasmab e Pollitt, 2007).

Actualmente, as actividades de distribuição de energia eléctrica são reguladas através deste mecanismo. A metodologia utilizada com maior frequência neste sector é a do tipo “Price-cap”. Este modelo de controlo da actividade incentiva as empresas a reduzirem os custos, de forma a aumentarem a sua eficiência. No entanto, podem ocorrer problemas ao nível dos investimentos efectuados na manutenção e modernização da rede com consequências na qualidade do serviço. Neste modelo de regulação, a entidade reguladora determina os objectivos e os incentivos, ficando a cargo das companhias encontrar as melhores soluções para os alcançar (Giannakis et al., 2005; Holt, 2005; Ajodhia e Hakvoort, 2005, Fernandes et al., 2012).

Geralmente, no esquema de regulação por incentivos é definido um valor máximo remuneratório das empresas para um determinado período. O valor da remuneração é fixado tendo em conta a situação inicial da empresa, sendo estabelecida uma taxa anual para os ganhos de eficiência. O preço máximo é determinado pelo regulador, em função de variáveis que estejam associadas à performance da companhia de distribuição. O indexante do preço não pode ser manipulável pela “utility” e por isso as entidades reguladores tendem a escolher o Índice de Preços do consumidor. A metodologia do tipo “Price cap” assenta na seguinte fórmula:

$$P1=P0(1+IPC-X)$$

Onde o P1 corresponde ao preço máximo permitido no final de período regulatório, o P0 ao preço máximo inicial, o IPC ao indexante do preço e o x representa os ganhos de eficiência anuais. Na eventualidade de a empresa obter um valor de eficiência superior ao contratualizado com o regulador, poderá reter os ganhos daí decorrentes. Este mecanismo, como se pode verificar pela sua constituição, confere fortes incentivos para que as companhias reduzam os custos. Contudo, a teoria económica sugere, que as indústrias intensivas em capital, como é o caso da distribuição, tendem a apresentar piores níveis de qualidade do serviço, em virtude da procura por maior índice de rentabilidade através do corte “cego” nos custos ou do adiamento de investimento na rede. A continuidade do serviço é o aspecto técnico da qualidade mais sensível aos custos operacionais e aos investimentos na manutenção e modernização da rede, e por isso, aquele que é mais penalizado pelas poupanças nos

custos (Holt, 2005; Ajodhia e Hakvoort, 2005; Ajodhia et al., 2006; Jamasb e Pollitt, 2007; Falcão, 2007).

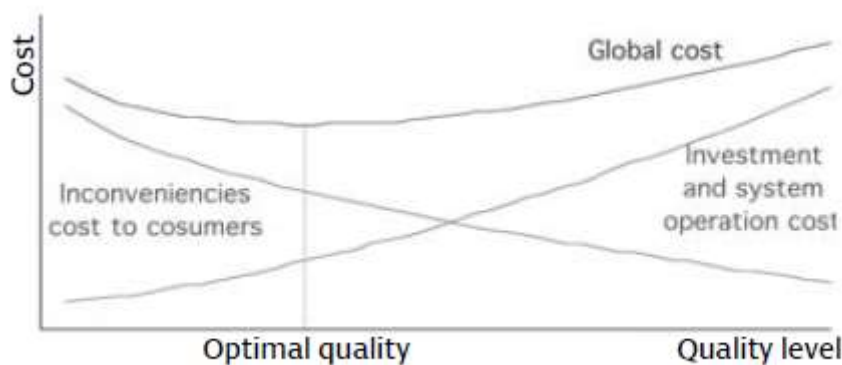


Figura 4 – Potencial trade-off entre qualidade e investimento  
Fonte: Falcão et al. (2006, p.140)

### 1.7 Trabalhos empíricos sobre a qualidade do serviço

Desde a década de 90, a qualidade do serviço tornou-se, alvo do particular interesse por parte de investigadores e reguladores, devido ao potencial *trade-off* existente entre a regulação por incentivos e a continuidade do abastecimento. Vários estudos empíricos comprovam a degradação dos índices de continuidade do serviço (esta tendência também se verifica noutras indústrias de rede como as telecomunicações e a água), nos locais onde a implementação do regime de incentivos não foi acompanhada de outros instrumentos de apoio à melhoria da qualidade (Giannakis et al., 2005; Çelen e Yalçin, 2012; Coelli et al., 2013). Destes podem destacar-se os seguintes trabalhos:

Ter-Martirosyan (2003) analisou 78 companhias de distribuição nos EUA, com o objectivo de identificar os efeitos da regulação por incentivos, no número e duração das interrupções. O autor detectou aumentos da duração associado à regulação por incentivos; Por outro lado, Fumagalli et al. (2007) avaliou o impacto do processo de privatização na continuidade do abastecimento em 31 “utilities” de Itália entre 1998 e 2004. Os autores asseguram que a privatização (ainda que parcial) das empresas de distribuição, não acarretam necessariamente a degradação da qualidade do serviço e

em alguns casos até se poderiam registar melhorias. Além disso, salientam que a procura pela eficiência produtiva não produz quaisquer efeitos sobre a qualidade, desde que existam mecanismos de incentivos apropriados. Dentro da mesma perspectiva, Çelen et al. (2013) efectuaram um estudo a 21 companhias de distribuição da Turquia com recurso a análise DEA, TOPSIS e FAHP. Os autores descobriram que as companhias apresentavam coeficientes de eficiência muito elevados. Além disso, verificaram que os efeitos do processo de privatização foram bastante positivos, com melhorias significativas em 3 utilities.

Em contrapartida, Cronin e Motluk (2011) desenvolveram uma investigação aos registos de continuidade do serviço nas companhias de distribuição do Canadá. Neste estudo salienta-se a degradação da qualidade do serviço, após a privatização do sector da distribuição. A ausência de incentivos à melhoria da continuidade do serviço, a constantes alterações do quadro regulatório e a introdução de análises *benchmark* com base nos custos (operacionais e de capital) são os principais motivos apontados pelos autores para estes resultados.

Outra componente interessante de trabalhos surge associada à influência que os níveis de qualidade possuem na eficiência técnica e alocativa das companhias de distribuição. Dentro destes, podem destacar-se os trabalhos de Korhonen e Syrjanen (2003), Cepa (2003), Gianakis et al. (2005), Ajodhia et al. (2006), Yu et al. (2007), Reisch et al. (2008), Growitsch et al. (2009), Jamasb et al. (2012).

Korhonen e Syrjanen (2003) verificaram melhorias significativas na eficiência técnica, após a incorporação de indicadores de continuidade do serviço (SAIFI e SAIDI). Dentro desta perspectiva, Cepa (2003) encontrou uma correlação significativa entre as medidas de eficiência técnica e a qualidade do serviço. Por outro lado, Ajodhia et al. (2006) realizaram uma análise DEA e COLS a 44 “utilities” de 4 países (RU, Holanda, Hungria e Malásia), identificando aumentos significativos da eficiência (especialmente na companhias mais pequenas), quando são incorporadas variáveis referentes à qualidade do serviço (Giannakis et al., 2005; Çelen e Yalçın, 2012; Coelli et al., 2013).

Gianakis et al. (2005) utilizaram uma análise DEA para medir a eficiência técnica e o factor total de crescimento da produtividade a 14 empresas entre 1991 e 1998. Recorrendo a 4 modelos onde foram incluídas de forma alternadas variáveis

*input* de qualidade (SAIFI e SAIDI), concluíram que a sua incorporação aumentava os coeficientes de eficiência técnica (embora este resultado seja expectável quando são introduzidas mais variáveis numa análise DEA). Yu et al. (2007) aplicaram um método semelhante para avaliar 14 companhias de distribuição do Reino Unido com o objectivo de medir a eficiência alocativa e técnica. Os resultados indicam um nível de desempenho bastante fraco devido à existência de um potencial *trade-off* entre os custos de capital/operacionais e a qualidade do serviço (Çelen, e Yalçın 2012; Coelli et al., 2013;). Growitsch et al. (2009), ao contrário de Giannakis et al. (2005), concluíram que a eficiência técnica está negativamente correlacionada com a qualidade do serviço.

Por outro lado, a incorporação das variáveis de qualidade nas análises de eficiência têm suscitado alguns conflitos. Coelli et al. (2008) e Çelen e Yalçın (2011) provaram que a incorporação da dimensão qualidade não afecta significativamente os coeficientes de eficiência técnica das empresas. Porém, Giannakis et al. (2005), Yu et al. (2007) entre outros, reforçam o papel dos indicadores de continuidade do serviço, embora não estejam de acordo quanto aos seus efeitos ao nível da eficiência técnica. Estas contradições podem estar relacionadas com as diferentes noções de qualidade apresentadas pelos autores, que variam em função do estudo (Çelen e Yalçın, 2012; Coelli et al., 2013).

Nos países onde a regulação por incentivos é aplicada sem mecanismos complementares que promovam a melhoria da qualidade do serviço (Áustria/Canadá), verificam-se níveis de continuidade decrescentes. Por outro lado, países que asseguram a presença de mecanismos sancionatórios (Portugal, Espanha, RU e Itália) registam valores positivos. Portanto, é possível afirmar com base no conjunto alargado de trabalhos empíricos, que a ausência de mecanismos complementares à regulação por incentivos tende a provocar a deterioração da qualidade do serviço. No entanto, outros processos como a **reestruturação, privatização e liberalização** podem impelir as empresas a enveredar por cortes nos custos operacionais e de investimento, com consequências nefastas para a qualidade do serviço a curto e longo prazo (Fumagalli et al., 2007; Cronin e Motluk, 2011; Çelen e Yalçın, 2012).

## 2. Mecanismos complementares de regulação da Qualidade

Para evitar as potenciais consequências da aplicação de um regime de regulação por incentivos, os reguladores têm ao seu dispor um conjunto alargado de instrumentos. Estes podem ser **financeiros** ou **não financeiros** (“Benchmarking Reports”). A aplicação correcta de esquemas de incentivos depende do **conhecimento tecnológico** do regulador, dos **recursos** de que dispõem (sobretudo legais e humanos) e da **independência** face à companhia regulada (Holt 2005; Fumagalli et al., 2007). Geralmente, os reguladores não se restringem apenas a um instrumento, aplicando uma combinação de ambos adaptado às características de cada país, região e companhia (Adojhia e Hakvoort, 2005). As sanções variam entre os **avisos escritos**, as **penalizações financeiras** e a **perda da concessão**. As sanções monetárias podem ser pagas directamente aos consumidores ou através de um fundo específico criado para o efeito. Estes fundos são previamente recolhidos para assegurar que o pagamento das multas é respeitado.

Estabelecer um valor adequado para as penalizações constitui um processo extremamente importante. Por vezes, as penalidades pagas pelas companhias por um incumprimento podem ser inferiores ao custo de melhorar a qualidade, o que incentiva as companhias a deteriorarem os seus níveis de continuidade do serviço (Fernandes et al., 2012; Simab et al., 2012).

### 2.1 Standards Mínimos de Qualidade

Aplicados com frequência às componentes técnicas e comerciais das companhias de distribuição, os standards caracterizam-se pela imposição de um nível mínimo de qualidade do serviço prestado pela companhia. Em caso de não cumprimento, a empresa incorre em multas pecuniárias ou é penalizada a partir dos limites de receitas/preço. Geralmente, os reguladores optam por aplicar dois tipos de standard: os **Globais** e os **individuais**. Os globais estão associados à qualidade da rede, do ponto de vista do sistema. São apresentados em termos percentuais e podem incluir a taxa de consumidores afectados por uma interrupção ou a taxa de cobertura do serviço (Adojhia e Hakvoort, 2005; Holt, 2005; Simab et al., 2012).

Em contrapartida, os individuais determinam um nível mínimo de performance para a energia que é fornecida aos consumidores. Neste caso, são atribuídos limites para indicadores como o SAIDI ou SAIFI. Geralmente, este instrumento é aplicado num sistema de prémios e penalizações conferindo à empresa regulada fortes incentivos para fornecer níveis de qualidade adequados (Adojhia e Hakvoort, 2005; Holt, 2005; Simab et al., 2012).

Para desenvolver um mecanismo deste género, os reguladores devem determinar os esquemas de incentivos, elencar quais os atributos que pretende controlar, decidir se a empresa estará sujeita a penalizações ou prémios e fixar as metas de desempenho através de uma base individual ou de índices agregados (Holt, 2005).

## 2.2 Esquema de Incentivos Prémio/Penalização

Os reguladores utilizam este esquema de incentivos como uma extensão dos Standards mínimos. O desempenho da companhia é comparado a um valor de referência e potenciais desvios acarretam ajustamentos de preços que podem resultar em prémios ou penalizações. Estes ajustamentos podem traduzir-se em compensações directas para os consumidores ou em alteração dos limites de receita/preços. Geralmente os reguladores definem “**caps**” para os prémios e penalizações para reduzir os riscos financeiros de ambas as partes. São ainda introduzidas **bandas mortas**, onde as variações não acarretam ajustamentos de preços. Estas bandas têm como objectivo amortecer os impactos resultantes das variações “stochastic” (não intencionais), embora possam esconder alterações genuínas da qualidade. Além disso, reduzem substancialmente as assimetrias de informação entre o regulador e a companhia. Uma alternativa (pouco utilizadas pelos reguladores) viável passa pela aplicação de médias plurianuais (Adojhia e Hakvoort, 2005; Holt, 2005). Este esquema pode apenas conter penalizações (esquema de incentivos prémios penalizações assimétrico), o que retira incentivos às companhias para melhorarem a sua performance para além dos requisitos mínimos impostos pelo regulador. Com consequências mais gravosas, nos casos em que os progressos tecnológicos alteram o nível óptimo (ponto em que os custos marginais igualam os benefícios) de qualidade (Adojhia e Hakvoort, 2005; Holt, 2005; Cronin e Motluk, 2011).

Os mecanismos de incentivos baseados em standards globais estão direccionados para a obtenção de níveis de qualidade óptimos, permitindo adequar a remuneração da companhia ao volume de investimento realizado. Pelo contrário, os standards individuais associados aos clientes asseguram que todos os consumidores beneficiam de um nível mínimo de qualidade. Ambos possuem objectivos diferentes, embora complementares e constituem parte importante de uma boa regulação (Holt, 2005; Falcão, 2007; Cronin e Motluk, 2011).

Neste tipo de esquemas, a companhia deverá receber um prémio ou uma multa por unidade de qualidade efectivamente melhorada (ou por degradação) que reflecta o valor marginal que os consumidores estão dispostos a pagar. Numa situação de equilíbrio, as empresas optam por operar num nível eficiente, que varia de acordo com a curva de custos marginais. Desta forma, pretende-se a aplicação de um mecanismo descentralizado, que confere aos operadores de rede escolher os seus níveis de qualidade que consideram adequados (Holt, 2005; Falcão, 2007; Cronin e Motluk, 2011).

### **2.3 Publicação da performance da empresa**

A divulgação do desempenho das companhias de distribuição através de relatórios publicados na Internet (media) constitui um dos instrumentos utilizados pelos reguladores. Geralmente, os relatórios de avaliação do desempenho contêm análises Benchmarks para facilitar a interpretação dos dados e o escrutínio do público. No sector da energia eléctrica, as companhias estão presentes em várias fases da cadeia de valor e fornecem serviços noutras áreas como o gás e as telecomunicações. Nestas situações, a exposição mediática de um determinado nível de qualidade pode afectar a imagem da companhia nas restantes componentes do seu perímetro negocial (sobretudo no sector da comercialização e produção) e comprometer os seus resultados globais. No entanto, os efeitos negativos podem ser minimizados pelos elevados custos que a alteração de operador acarreta e pela inexistência de propostas significativamente diferentes, entre as companhias que operam noutras áreas de negócio (Fumagalli et al., 2007; Simab et al., 2012). Além disso, não são tidos em consideração factores relevantes que afectam a performance da companhia.

Por outro lado, os reguladores podem exigir a presença de uma comissão de acompanhamento, composta por representantes dos consumidores com o objectivo de os envolver nos processos de decisão. Contudo, esta interacção entre clientes e companhia regulada pode acarretar elevados custos de transacção (Adojhia e Hakvoort, 2005). Por este motivo, considera-se que a utilização deste tipo de instrumentos de forma isolada, não produzirá incentivos suficientes para que as empresas melhorem os seus níveis de qualidade (Holt, 2005). Porém, quando aplicada de forma conjunta com a ameaça de **penalizações, revogação da licença ou redução das receitas** previnem de forma eficiente a redução da qualidade do serviço (Fumagalli et al., 2007).

## 2.4 Experiências Internacionais

Os reguladores analisados obrigam à publicação do desempenho da companhia na Internet (SAIFI e SAIDI). Porém, apenas uma parte dos países aplicam standards de performance globais, embora sem incluírem qualquer tipo de penalização ou multa pecuniária. Os Standards individuais são muito mais populares devido a uma maior efectividade, dos mesmos. No entanto, os limites de ambos variam consideravelmente entre países e empresas (Suécia). Esta situação está sobretudo relacionada com os níveis históricos de continuidade do serviço e com a sensibilidade dos consumidores (Adojhia e Hakvoort, 2005).

O mecanismo prémio/penalização é aplicado de forma bastante distinta entre os países europeus. Em **Inglaterra e Portugal** o valor do prémio ou da penalização foi limitado em 1,75% e 0,55% das receitas permitidas, respectivamente. As metas de qualidade foram estabelecidas tendo em conta o desempenho histórico das companhias (Jamasb et al., 2012; Jamasb e Pollit, 2007; Giannakis et al., 2005). Em **Itália**, os standarts são medidos através da média de minutos de interrupções por consumidor, variando geograficamente em função da densidade de clientes. Uma vez que, os esforços para fornecer elevados índices de qualidade são inversamente proporcionais à densidade, os municípios urbanos possuem as referências mais exigentes (Urbanos – 30 min; Semi-rurais – 45 min e Rurais – 60 min). As companhias que ainda não estão a operar dentro dos standards definidos são obrigadas a melhorar o seu desempenho. As metas mais exigentes recaem sobre as companhias com piores níveis de

continuidade. Os prémios ou penalizações são proporcionais à diferença entre o desempenho actual e as metas definidas pelo regulador. Além disso, à tradicional fórmula do “price-cap” é acrescentado um parâmetro de qualidade denominado Factor Q ( $IPC-X+Q$ ), através do qual são ajustados os valores finais da receita/preço. Desta forma, em Itália não existe qualquer limite para as receitas permitidas, o que pode acarretar riscos financeiros para ambas as partes (Adojhia et al., 2006; Fumagalli et al., 2007; Holt, 2005). Na **Noruega**, o regulador optou por atribuir a cada companhia um standard de qualidade, expresso em termos de energia não distribuída, tendo como base o desempenho histórico e as especificidades climáticas e topográficas de cada região. Desvios destes valores acarretam prémios ou penalizações proporcionais ao custo das interrupções (KWh de energia não fornecida), conferindo às companhias a responsabilidade de escolherem a melhor relação custo/qualidade através de benefícios sob a forma de preços mais elevados. Em contrapartida, a **Holanda** adoptou um modelo baseado no conceito **Yardstick Competition**. À semelhança dos anteriores, os preços são ajustados em função da diferença entre o desempenho real e o standard. No entanto, o regulador decidiu introduzir Standards que se ajustam de forma dinâmica reflectindo os níveis de qualidade de todas as companhias. Desta forma, é possível transferir os benefícios da redução dos custos marginais de qualidade para os consumidores (Ajodhia e Hakvoort, 2005; Growitsch et al., 2010).

### 3. Analises Benchmarking

Uma característica comum da regulação por incentivos está relacionada com a utilização de vários tipos de análise *Benchmarking* (Jamasb e Pollitt, 2001). O sucesso deste modelo depende, em grande medida, da escolha apropriada dos termos de comparação e da aplicação das técnicas utilizadas para medir o desempenho. A performance do operador pode ser medida através de **parâmetros endógenos** ou **exógenos** à companhia. Numa fase inicial é preferível a escolha de valores de referência baseados na melhores práticas do mercado, uma vez que o objectivo passa pela redução do *gap* entre empresas. Mais tarde, a aplicação de modelos com base na média do sector permitirá reproduzir as dinâmicas de mercado e promover um cenário de competição (Jamasb e Pollitt, 2001; Lowry e Getachew, 2009; Lim et al., 2011).

Existem vários tipos de eficiência que são analisados de forma recorrente em estudos de Benchmarking internacional, dos quais se salientam os seguintes:

- **Eficiência Alocativa** – O objectivo de uma empresa ou economia passa pela maximização da sua produção final, para um determinado nível de custos, com um consumo mínimo de recursos, maximizando assim a produtividade. Do ponto de vista da teoria económica, a quantidade óptima de um factor produtivo deve igualar o seu rendimento marginal, fixado a partir do rendimento adicional que uma economia retira da utilização de uma unidade adicional de um facto produtivo. Uma vez que as funções de produção são compostas por vários factores produtivos, torna-se relevante prestar atenção às variações dos preços relativos. Quando o preço de um factor produtivo aumenta, uma empresa ou economia deve substituir ou reduzir a sua utilização, de maneira a não afectar a sua eficiência alocativa (ERSE, 2011).
- **Eficiência de escala** – A eficiência de escala surge associada às economias de escala, presentes em alguns sectores de actividade (distribuição). Deste modo, verificam-se quando um aumento dos

factores produtivos ocorre sem que existem aumentos proporcionais dos inputs/custos. Nestas situações, a curva de custos médios de produção é decrescente (ERSE, 2011).

- **Eficiência Técnica** – a eficiência técnica é obtida através do nível máximo de produção que pode ser retirado de um conjunto de recursos. Quanto maior a proporção da produção utilizada por unidade de factor, melhores serão os coeficientes de eficiência técnica. Os registos mais favoráveis são alcançados em sectores de actividade onde a concorrência é maior, facilitando a melhoria dos processos do ponto de vista dinâmico e estático (Coelli et al., 2005).

Na maior parte das análises realizadas ao sector da distribuição, os modelos utilizados incluem as seguintes variáveis: **Energia fornecida** (representada em MWh), **dimensão da rede** (como uma proxy da dispersão dos clientes), **número de consumidores, custos operacionais e a capacidade de transformação** (ERSE,2011). Contudo, apenas uma quantidade bastante escassas de trabalhos incluíram variáveis de qualidade, como são os casos de Giannakis et al. (2005), Growitsch et al. (2010), Coelli et al (2007), Jamasb et al. (2012), Fumagalli et al (2007), Reichl et al., (2008), Cronin e Motluk (2011), Çelen e Yalçin, (2012).

### 3.1 “Yardstick Competition”

Em países onde existe um número relativamente elevado de companhias reguladas, o mecanismo de yardstick competition pode se tornar bastante atractivo para resolver problemas como as assimetrias de informação ente o agente e o principal. Neste método, os rendimentos das empresas dependem da sua performance em relação às outras ou à média do desempenho do sector. Conferindo aos operadores, fortes incentivos para melhorarem o seu registo, de forma a aumentarem as suas receitas e consequentemente os seus lucros. “Yardstick Competition” constitui uma opção credível porque simula um ambiente potencialmente competitivo, retirando daí os respectivos benefícios. Contudo, este modelo parte do pressuposto de que as empresas desenvolvem a sua actividade em condições semelhantes, algo que raramente se verifica. Além disso, quando o número de companhias é pequeno podem existir problemas relacionados com o conluio. Por outro lado, os reguladores tendem a

interferir com questões internas das empresas ou a transferir subsídios e reter lucros, no sentido de procurar um ponto de equilíbrio. Geralmente, este tipo de intervenções potencia o surgimento de companhias com proveitos acima do socialmente desejável e a falência de outras. Por vezes, os reguladores consideram que a informação obtida através de análises benchmarking não pode ser utilizada de forma segura, aplicando metas distintas para cada empresa, em função dos seus registos históricos (Ajodhia e Hakvoort, 2005; Lowry e Getachew, 2009; Lime t al., 2011).

A definição de um termo de comparação adequado constitui um desafio extremamente exigente. Caso o regulador opte por utilizar a média do sector, podem levantar-se problemas sérios para as empresas que concorram em circunstâncias e condições de procura diferentes. Outros valores de referência podem acarretar ainda um conjunto mais alargado de problemas. Por este motivo, o termo de comparação deverá ser capaz de minimizar as especificidades de cada companhia, respeitando os níveis de eficiência económica e de qualidade (Lowry e Getachew, 2009; ERSE, 2011; Lim et al., 2011).

Algumas abordagens intermédias têm vindo a ser aplicadas (Figura 5) com o regulador a definir metas comuns para o sector. Como é natural, este modelo é enquadrado dentro das metodologias do tipo “*price cap*” ou “*revenue Cap*” e preferencialmente utilizado em actividades monopolistas. Para minimizar os riscos financeiros de eventuais falhas, o regulador pode estabelecer limites máximos e mínimos para os proventos das empresas. Deste modo, no final de cada período regulatório, caso os ganhos se verifiquem excedentários, o excedente é transferido para os consumidores. Nas situações, em que os proventos se encontram abaixo de limite pré definido os consumidores suportam os custos do diferencial através das facturas da electricidade. Esta abordagem pretende evitar as consequências da aplicação errada das metas de eficiência (Ajodhia e Hakvoort, 2005; Giannakis et al., 2005; ERSE, 2011).

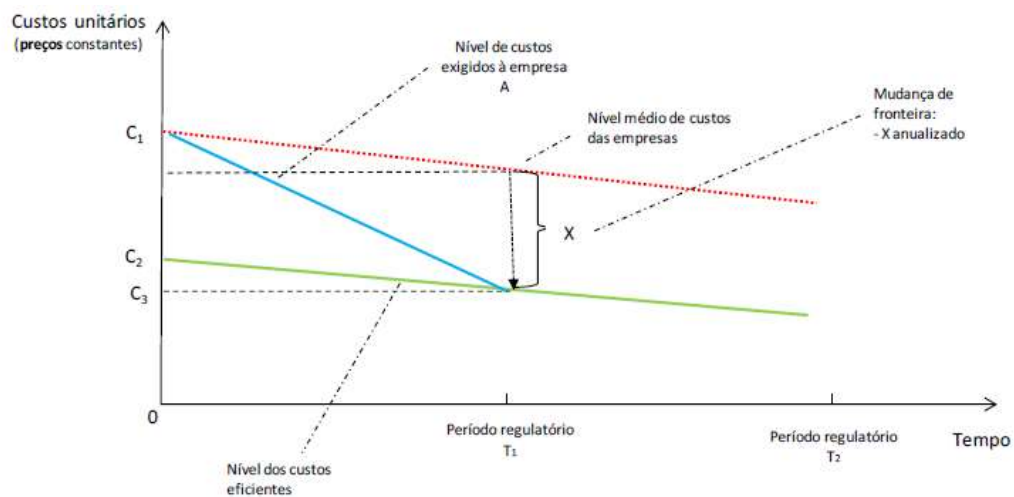


Figura 5- Aplicação das metas de eficiência  
 Fonte: ERSE, (2011, p.90)

## 4. Regulação da distribuição em Portugal

### 4.1 Caracterização do Sector da distribuição

A actividade da distribuição de energia é dominada pela EDP, que detêm cerca de 99% do volume total de mercado. As **actividades de Alta e média tensão** são exploradas em regime de exclusividade pela companhia, controlando aproximadamente 90% do fornecimento de energia eléctrica em baixa tensão. Os restantes consumidores são abastecidos por 10 pequenas cooperativas regionais. Em 2011, a EDP possuía 411 subestações, 64.458 postos de transformação, 83. 256 Quilómetros de rede de média e alta tensão e 139.371 quilómetros de baixa tensão (ERSE, 2011; Torres, 2012).

Em Portugal, os operadores de distribuição, por opção da entidade reguladora, estão abrangidos por um método de regulação por incentivos de tipo “Price-cap”. Esta metodologia tem como base os custos unitários de exploração (designados OPEX) e os custos de capital (CAPEX), associados a um plano de investimento. Porém, com o objectivo de assegurar a redução dos custos de exploração (OPEX), sem prejudicar o investimento, a ERSE decidiu analisar separadamente os custos CAPEX (metodologia aplicada apenas durante o período 2012-2014).

Durante o ultimo período regulatório, os investimentos de rede inovadores beneficiaram de uma taxa de remuneração superior aos investimentos em eficiência operacional. Com o objectivo de minimizar potenciais efeitos perversos, foi introduzido um mecanismo de penalização do sobre investimentos (redução da base remuneratória). Além disso, desde 2003, a entidade reguladora aplica três tipos de incentivos, direccionados para a **melhoria da qualidade do serviço**, para a **promoção ambiental** e para a **redução das perdas** (ERSE, 2011; ERSE, 2012; Falcão, 2007).

A definição dos standards de custos é feita com base em estudo de *Benchmarking* nacionais com recurso a métodos paramétricos e não paramétricos. Para as companhias de distribuição, o regulador definiu um factor de eficiência aplicada aos custos de 3,5% ao ano (ERSE, 2011; EDP distribuição, 2012).

#### 4.2 Incentivos à melhoria da qualidade do serviço

O regulamento tarifário prevê, desde 1 de Janeiro de 2003, um incentivo à melhoria da continuidade do serviço com efeitos sobre as receitas permitidas, às companhias de distribuição que operam em **Alta e média tensão**. Este mecanismo tem como objectivo influenciar as decisões de investimento das companhias associados a projectos que permitam melhorar a qualidade do serviço, através de um sistema de prémio/penalização com base no seu desempenho (ERSE, 2012; Esteves, 2007).

Em Portugal, os Standards individuais que permitem analisar e medir os níveis de continuidade do serviço são:

- **Frequência das interrupções** - O número de interrupções sofridas durante um ano por cada consumidor;
- **Duração total das interrupções** – Duração das interrupções sentidas na habitação ou instalações por consumidor.

Os **Standards globais** estão relacionados com padrões mínimos de qualidade do serviço, embora estejam excluídas da contabilização as interrupções curtas (inferiores a 3 minutos), causadas por motivos fortuitos ou de força maior, razões de serviço, interesse público ou segurança e acordo prévio com o cliente. Com o objectivo de aperfeiçoar o mecanismo de incentivo à melhoria da continuidade do serviço, o regulador pretende introduzir uma componente complementar que beneficie o conjunto de clientes pior servidos. No entanto, devido à ausência de informação quanto às assimetrias regionais, a ERSE decidiu manter o enquadramento regulatório em vigor desde 2011, para o período 2012-2013 (Falcão et al., 2007; ERSE, 2011; ERSE, 2013).

Uma vez que o enquadramento legal considera os padrões individuais como um compromisso assumido pela empresa para com os consumidores, o seu incumprimento acarreta o pagamento de uma compensação ao cliente, através da factura eléctrica. Este pagamento deverá ser efectuado no semestre seguinte ao da interrupção, sem que seja necessário qualquer pedido do visado. Caso o montante não exceda os 50 cêntimos, o mesmo deverá ser depositado num fundo destinado à melhoraria da qualidade do serviço (ERSE, 2013 QS).

Como se pode verificar através da tabela 1, a entidade reguladora obriga ao registo dos indicadores gerais END, TIEPI, SAIFI e SAIDI para as redes de Media

tensão e o SAIFI e SAIDI para as redes de baixa tensão, distinguindo as interrupções previstas das acidentais.

|                        | <b>DISTRIBUIÇÃO</b> |                     |
|------------------------|---------------------|---------------------|
| <i>Indicador Geral</i> | <i>Baixa Tensão</i> | <i>Média tensão</i> |
| <i>END</i>             |                     | ✓                   |
| <i>TIEPI</i>           |                     | ✓                   |
| <i>SAIFI</i>           | ✓                   | ✓                   |
| <i>SAIDI</i>           | ✓                   | ✓                   |

Tabela 1 – Indicadores de qualidade registados pelas companhias em baixa e média tensão

Fonte: ERSE, (2011, p.17)

### 4.3 Mecanismo Prémio/Penalização simétrico

Em Portugal, a entidade reguladora decidiu aplicar o incentivo com base nos valores da **Energia não distribuída** em Média Tensão. Este indicador tem a particularidade de medir o impacto das interrupções e quantifica as consequências do não fornecimento da energia. Salienta-se que este impacto depende da intensidade de consumo dos clientes e do período do dia em que ocorre (Falcão, 2007).

O valor da energia não distribuída é calculado através:

$$(B) \text{ END} = ED \times TIEPI / T$$

Onde ED corresponde à energia que entrou na rede em MT durante o ano (KWh), TIEPI representa o tempo de interrupção equivalente da potência instalada em horas e T o número de horas. Segundo a ERSE, o TIEPI é o quociente entre:

- O somatório do produto da potência instalada localizada em posto de transformação públicos, semipúblicos e privados pelo tempo de interrupção;
- O Somatório de toda a potência instalada nos postos de transformação da rede de distribuição;

O resultado final destes cálculos traduz-se no valor anual do tempo de interrupção equivalente da potência instalada em Média tensão. No que diz respeito, ao valor do incentivo foram introduzidos alguns aspectos relevantes. Para evitar potenciais distorções causados pelas variações naturais dos níveis de qualidade e por imprecisões, o regulador introduziu uma banda de valores em torno do END, para os

quais o incentivo é nulo. Geralmente, esta gama de valores é designada pela generalidade dos autores por **Banda Morta**. Além disso, e como ocorre em grande parte dos países europeus, foi estabelecido um tecto máximo e mínimo para as remunerações e penalizações (Falcão, 2007; ERSE, 2011; ERSE, 2013).

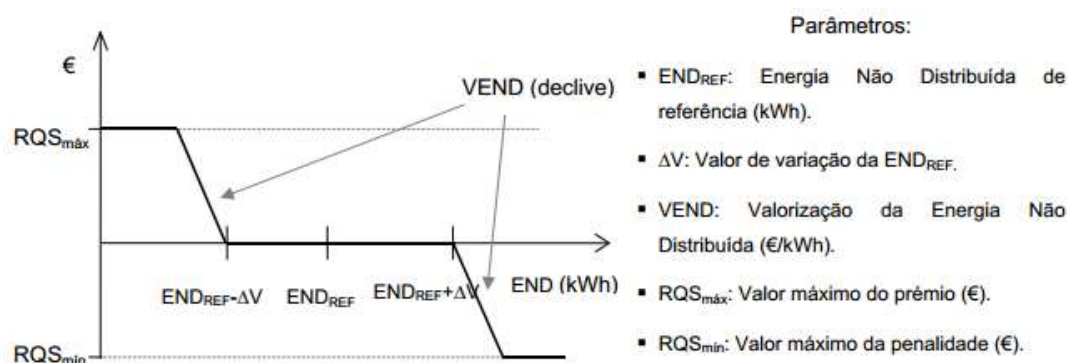


Figura 6 – Mecanismo de incentivo à melhoria da qualidade do serviço

Fonte: ERSE, (2011, p.125)

Como se pode verificar através da figura 6 e 6.1, o valor do incentivo é determinado por cinco indicadores: **END** (energia distribuída de referência (kWh)),  $\Delta V$  (Valor de variação da END de referência), **VEND** (valorização da energia não distribuída - €/kWh), **RQSmax** (valor máximo de prémio) e **RQSmin** (valor máximo da penalização). Desta forma poderão ocorrer três situações, diferentes em função dos valores obtidos:

Para valores que se situem entre o intervalo ( $END_{ref} - \Delta V$ ,  $END + \Delta V$ ), o incentivo é nulo. Neste caso, o volume de receitas permitidas para as actividades de distribuição não é alterada. Por outro lado, para valores de END inferiores a  $END_{ref} - \Delta V$ , o incentivo é positivo, sendo efectuado um ajuste nos proveitos para as actividades da distribuição, com a restrição de RQS máximo, que corresponde ao limite máximo que as receitas permitidas podem atingir. Nesta situação, os níveis de qualidade são superiores ao END de referência e situam-se acima do limite da banda de variação nula. Por ultimo, nos casos em que END é superior a  $END_{ref} + \Delta V$ , a companhia obtêm uma penalização ajustada aos proveitos das actividades de distribuição, não podendo exceder os limites de RQSmin, o que corresponde a uma redução das receitas permitidas (Falcão, 2007; Esteves, 2007; ERSE, 2011; ERSE, 2013).

Para o cálculo do TIEPI foram incorporados apenas as ocorrências com origem nas redes de distribuição de todas as tensões, excluindo-se as interrupções provenientes da rede nacional de transporte. Considera-se ED, toda a energia que entra na rede de distribuição em média e baixa tensão, determinada pelos postos de transformação. Por decisão do regulador foi ainda acrescentado o parâmetro VEND, que determina um valor para a energia não distribuída. Este montante resulta da avaliação de outros países e dos indicadores macroeconómicos. O mecanismo de incentivo à melhoria da qualidade é simétrico, uma vez que  $RSQ_{m\acute{a}x}=RSQ_{m\grave{i}n}$  (Falcão, 2007; ERSE, 2011; ERSE, 2013).

O END de referência corresponde a um valor percentual da ED fixado pelo regulador, para o período 2012-2014, em 0.013%. O valor da  $\Delta V$  é, igualmente determinado em percentagem do END de referência e corresponde a 12%. Esta é a chamada banda morta e pretende evitar potenciais distorções resultantes da falta de precisão da informação. O  $RQS_{m\grave{i}n}$  e os  $RQS_{m\acute{a}x}$  foram fixados nos 5000 milhões de euros, o que representa aproximadamente 0,55% dos proveitos permitidos para as actividades de distribuição, dentro do período regulatório 2012-2014. Ao VEND foi atribuído um valor de 1,5 €/KWh. A tabela abaixo apresenta os valores dos parâmetros do mecanismo de incentivo à melhoria da qualidade, que resultam da negociação da ERSE com as companhias de distribuição (Falcão, 2007; EDP distribuição, 2012; ERSE, 2011; ERSE, 2013).

| Parâmetro                                   | ERSE                    |
|---------------------------------------------|-------------------------|
| $END_{REF\ 2012}$                           | $0,000133 \times ED$    |
| $END_{REF\ 2013}$                           | $0,000134 \times ED$    |
| $END_{REF\ 2014}$                           | $0,000134 \times ED$    |
| $\Delta V$                                  | $0,12 \times END_{REF}$ |
| VEND                                        | 1,5 €/kWh               |
| $ RQS_{m\acute{a}x}  =  RQS_{m\grave{i}n} $ | 5 000 000 €             |

Figura 6.1 – Valores atribuídos aos parâmetros que avaliam a qualidade do serviço para o período regulatório 2012-2014

Fonte: ERSE, (2011, p.130)

#### **4.4 Resultados e Compensações**

A figura 7 apresenta os valores de TIEPI devidamente enquadrados no mecanismo de incentivo à melhoria da qualidade imposto pela ERSE. Como se pode verificar, os valores de TIEPI registam uma redução (56%) quase ininterrupta ao longo da última década, com excepção dos anos de 2009 e 2010. Nos anos de 2006, 2009 e 2010 o indicador excedeu os limites determinados pela entidade reguladora, o que correspondeu a uma redução dos proveitos permitidos. Em contrapartida, entre 2003 e 2004, os valores de TIEPI estiveram bastante abaixo dos limites estabelecidos, o que acarretou um aumento máximo dos proveitos permitidos. Esta situação pode estar relacionada com a prudência utilizada na definição dos parâmetros, durante o primeiro período regulatório. Em 2012, foram obtidos os melhores resultados de sempre, ao nível da continuidade do serviço em Baixa, Média e Alta tensão. O valor da energia não distribuída foi de 3 944 MWh e o TIEPI apresentou uma redução de 22% face ao ano anterior (Falcão, 2007; EDP distribuição, 2012; ERSE, 2011; ERSE, 2013).

Em termos globais, os proveitos da EDP foram alterados em cerca de 13,2 milhões de euros (entre 2003 e 2012), fruto de penalizações na ordem dos 1,7 milhões e prémios de aproximadamente 12,5 milhões de euros (ver figura 7.1).

Apesar das notáveis melhorias obtidas nos últimos anos ao nível da continuidade do serviço, ainda estão substancialmente afastados da média Europeia.

Figura 4-29 - Valores de TIEPI em Portugal

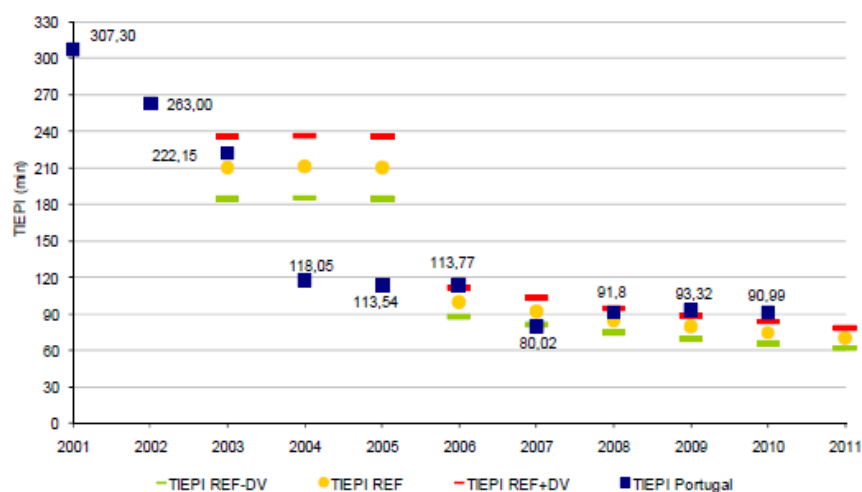


Figura 7 – Valores TIEPI em Portugal entre 2001 e 2012

Fonte: ERSE, (2011, p.126)

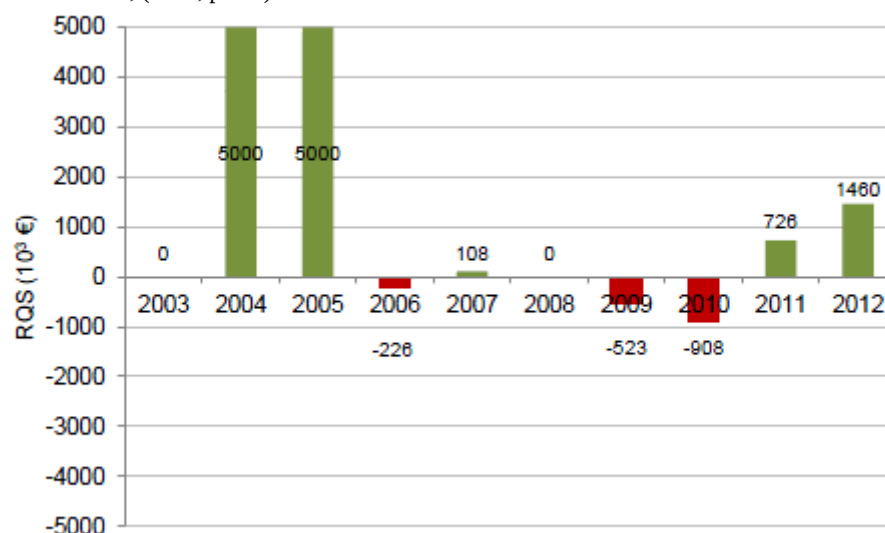


Figura 7.1 – Proveitos e Multas decorrentes da aplicação do mecanismo de incentivo à qualidade do serviço entre 2003 e 2012

Fonte: ERSE, (2013, p.36)

Por outro lado, os dados referentes ao SAIDI e SAIFI apresentam um panorama bastante positivo, ao nível da continuidade do serviço. Como se pode verificar através das figuras 7.2 e 7.3, os valores de SAIDI e SAIFI em Média tensão registaram quebras extremamente significativas, desde 2003. A redução da duração das interrupções obteve um decréscimo mais pronunciado, tendência que se verifica em vários países europeus. Uma vez que, a redução do SAIDI é mais fácil de obter porque requer um aumento dos custos operacionais moderado (equipas de manutenção,

telecomando, instalação de Bobinas Peterson- limitam os curto circuitos e construção de cabos subterrâneos). Em contrapartida, a redução do SAIFI requer investimentos profundos na modernização, automação e manutenção da rede, que só apresentam resultados significativos a longo prazo (Fumagalli et al., 2007).

No entanto, as melhorias nos níveis destes indicadores ainda se situam muito aquém do que se pratica nos restantes países europeus, obrigando a EDP a manter o esforço na promoção da continuidade do serviço durante a próxima década (Falcão, 2007; EDP, 2012; ERSE, 2011; ERSE, 2013).

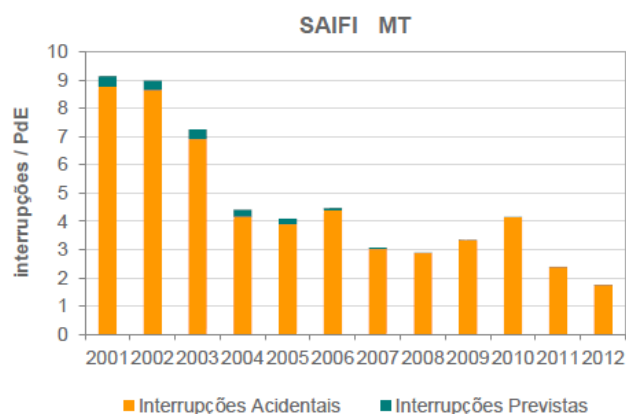


Figura 7.2 – Duração das interrupções em média tensão entre 2001 e 2012

Fonte: (ERSE, 2013, p.34)

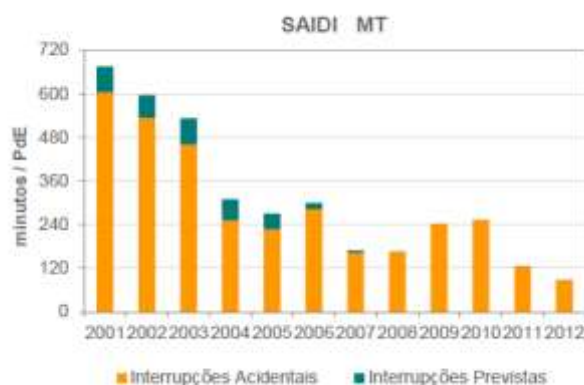


Figura 7.3 – Frequência das interrupções em média tensão entre 2001 e 2012

Fonte: (ERSE, 2013, p.33)

#### 4.5 Investimentos na rede

As políticas de investimentos da EDP concentraram-se na expansão da rede com a abertura de novas ligações em média e baixa tensão, na instalação de modernos sistemas de automação e na implementação de novos processos de manutenção (figura 8). Foram ainda disponibilizadas verbas para aspectos como a sustentabilidade ambiental, remodelação da rede e para outras componentes integradas nos projectos de redes inteligentes. Em termos globais, o operador de rede gastou aproximadamente 3,9 milhões de euros, o que se reflectiu nos excelentes resultados obtidos durante o ano de 2013, nos indicadores de SAIDI, SAIFI e TIEPI (Torres, 2013; EDP, 2012).

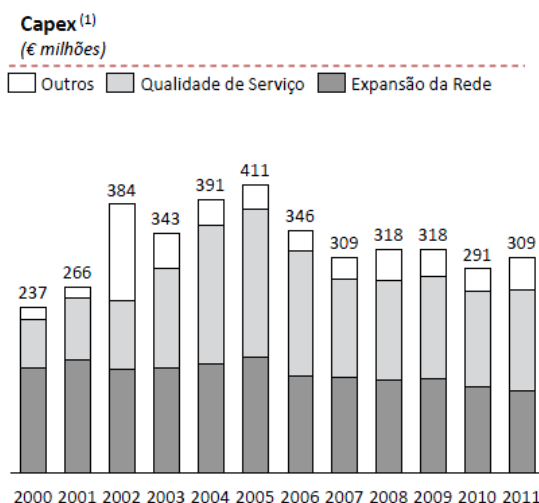


Figura 8 – Valores investidos pela EDP, em qualidade do serviço entre 2000 e 2011

Fonte: Torres (2012, p.10)

## 5. Objectivos e Hipóteses

A investigação tem como objectivo medir o impacto sobre os índices de eficiência técnica das variáveis referentes à qualidade do serviço. Desta forma, será possível avaliar a efectividade dos esquemas de incentivos nacionais e perceber se estes influenciam positiva ou negativamente o desempenho global da empresa. Outro objectivo do presente estudo passa por perceber se níveis elevados de qualidade são obtidos com uma utilização correcta (do ponto de vista da eficiência técnica) dos recursos financeiros. Desta forma, a aplicação do modelo integrará uma componente onde as variáveis qualidade e monetárias serão testadas em conjunto. Por último, pretende-se ainda comparar o desempenho da companhia nacional, em relação às restantes 17 congéneres europeias presentes no estudo.

*Hipótese 1:* As variáveis de qualidade aumentam os índices de eficiência técnica das companhias de distribuição;

*Hipótese 2:* As variáveis monetárias quando aplicadas em conjunto com indicadores de qualidade possuem efeitos positivos sobre os índices de eficiência;

*Hipótese 3:* As empresas do Reino Unido possuem índices de eficiência técnica superiores porque apresentam níveis de qualidade melhores do que a restante amostra;

*Hipótese 4:* A EDP verifica um nível de eficiência técnica superior quando introduzidas as variáveis de qualidade;

*Hipótese 5:* Existem diferenças significativas entre os índices de eficiência com a inclusão das variáveis da qualidade;

## 6. Metodologia

O processo de elaboração do presente estudo foi composto por duas grandes fases. Na primeira fase, desenvolveu-se um estudo de natureza exploratória, no qual foram realizadas pesquisas bibliográficas juntamente com a recolha de dados documentais, estatísticos e artigos científicos. Dentro desta revisão bibliográfica o foco incidiu sobre estudos que testassem o impacto da qualidade do serviço nos índices de eficiência técnica. Além disso, foram ainda desenvolvidas pesquisas junto dos relatórios e contas das companhias e das publicações dos reguladores dos vários países em análise, que permitiram obter os dados para testar o modelo na componente prática.

Na segunda fase, optou-se por uma análise de eficiência técnica a 18 companhias de distribuição de energia eléctrica europeias com recurso ao método não paramétrico de programação linear DEA. Esta técnica assegura uma caracterização adequada das empresas mais competitivas através de uma abordagem determinística com múltiplos inputs e outputs. O *software* utilizado para a prossecução do modelo foi o Frontier, uma vez que se adequa aos recursos financeiros e temporais do presente trabalho. A eficiência técnica será testada quatro vezes com a inclusão das variáveis de qualidade em três modelos. Com este procedimento pretende-se medir o impacto das variáveis de qualidade nos índices de eficiência técnica, quer de forma separada, quer em conjunto com outros indicadores monetários (custos de exploração e investimentos na rede). Nas secções seguintes serão apresentados os resultados e as principais conclusões da aplicação dos modelos acima referidos.

## 7. Dados e Variáveis

### 7.1 Período de análise

Inicialmente o período seleccionado para análise compreendia os anos de 2006 a 2011. No entanto, a ausência de informação, sobretudo para os indicadores de qualidade restringiu a extensão do estudo ao ano de 2011.

### 7.2 Variáveis

As variáveis output e input seleccionadas tiveram como objectivo envolver as principais características que influenciam as actividades de distribuição de energia eléctrica e medir de forma adequada a sua eficiência técnica. Naturalmente, os restantes estudos sobre a temática serviram de base para a escolha, embora possam diferir num ou noutro aspecto.

#### 7.2.1 Variáveis input

Nos estudos sobre eficiência técnica, as variáveis monetárias são bastante importantes e, por vezes, indispensáveis. Neste caso, optou-se pela utilização dos custos de exploração e dos investimentos de rede pela disponibilidade da informação nos relatórios e contas das empresas. Para o último input, a primeira escolha recaiu sobre o número de horas de trabalho. No entanto, os dados necessários não foram publicados pelas companhias e por isso, recorri ao número de funcionários. Uma proposta alternativa incidia sobre os gastos com salários, que foi prontamente rejeitada pela existência de uma outra variável input (OPEX) que integra, tais valores.

**OPEX** (*expresso em dólares PPP*) - a variável abarca os custos operacionais das companhias de distribuição incluindo os impostos e taxas pagas ao governo local e nacional, depreciação e amortização dos activos fixos tangíveis, remuneração do pessoal entre outras despesas financeiras.

**CAPEX** (*expresso em dólares PPP*) – Inclui todo o investimento anual realizado na rede de distribuição e outras despesas não operacionais. A utilização de uma escala temporal de curto prazo para as despesas de capital podem não reflectir o verdadeiro valor do capital em stock. Como o período de análise se restringe a um ano e os investimentos na rede de distribuição possuem um carácter cíclico, existe a possibilidade de uma companhia realizar durante o ano um investimento anormalmente elevado, o que pode sobrestimar o seu coeficiente de eficiência. A

escolha por esta variável foi, em grande medida, ditada pela disponibilidade dos dados para cada país.

**Número de Funcionários** – Foram contabilizados todos os funcionários que desempenham funções nas respectivas empresas, incluindo aqueles que foram contratados em regime part-time.

### **7.2.2 Variáveis output**

O comprimento da rede, o número de consumidores e a energia fornecida constituem os principais indutores de custos das actividades de distribuição e são frequentemente utilizados em estudos de eficiência que se debruçam sobre as empresas de distribuição e transmissão.

**Energia Fornecida (expresso em MWh)**– Variável indispensável numa análise de eficiência, uma vez que constitui a principal função das companhias de distribuição. Será utilizada como uma proxy da capacidade de transporte e da procura real.

**Números de Consumidores (expresso em unidades)** – Todos os consumidores vinculados contratualmente com as companhias.

**Comprimento da Rede (expresso em Km)** – A maior parte das operações de rede (manutenção, vistorias, limpeza da áreas envolvente) estão associadas à dimensão da área servida. Este variável serve de proxy para medir/avaliar a dispersão de consumidores. Geralmente, nas grandes cidades os cabos de alimentação são mais curtos e subterrâneos o que implica um custos de manutenção/reparação e um número de interrupção inferior. Os cabos de alimentação e distribuição aéreos são mais susceptíveis a avarias e o valor das reparações tende a ser superior. Nas áreas com menor concentração de clientes ou rurais verifica-se a presença assídua deste tipo de estruturas. Como, no curto prazo, esta variável encontra-se fora do controlo das empresas, determinou-se a sua utilização como variável output.

### **7.2.3 Variáveis qualidade**

Os reguladores, sobretudo a nível europeu, utilizam um conjunto de indicadores relativamente alargado para medir a qualidade do serviço no sector da energia eléctrica. No caso, do presente estudo optou-se pela escolha do SAIFI e do SAIDI,

uma vez que reflectem de forma apropriada a intensidade e a frequência das falhas para os consumidores. Para além disso, a informação publicada para ambos é de muito boa qualidade e a sua homogeneidade metodológica facilita a comparação entre países.

**SAIDI** (*Índice médio da duração das interrupções*) – Pode ser obtido através da divisão do tempo médio das interrupções pelo número de consumidores. Para efeitos de avaliação de desempenho, os reguladores apenas contabilizam as interrupções superiores a 3 minutos, embora registem as restantes (expresso em minutos).

**SAIFI** (*Índice médio da frequência das interrupções*) - Permite ao regulador definir a probabilidade que cada consumidor possui em sofrer uma interrupção do serviço. Este valor é calculado a partir da divisão do número de clientes afectados (interrupção) pelo total de consumidores.

### **7.3 Dados (secundários) e Fontes**

Os dados de todas as variáveis, com a excepção dos valores SAIFI e SAIDI, foram recolhidos a partir dos relatórios e contas, dos “Annual Reports” e dos “Business Plans” disponibilizados pelas empresas, nos seus respectivos sites. Por sua vez, a informação sobre a qualidade do serviço das companhias de distribuição britânicas encontra-se no relatório “Electricity Distribution Annual Report for 2010-11” elaborado pela OFGEM. No caso Português e Irlandês estes dados encontram-se descritos, de forma bastante detalhada nos relatórios anuais da EDP e da ESB. Na Grécia, a actividade de distribuição de energia eléctrica restringe-se apenas a uma empresa, o que possibilitou a obtenção dos valores através do relatório “CEER Benchmarking Report 5.1 on the Continuity of Electricity Supply”. Por fim, no caso das empresas Checas, o Energy Regulatory Office facultou o acesso aos dados.

As variáveis monetárias que se encontravam expressas em Libras, Coroas Checas e Euros foram convertidas em dólares de paridade do poder de compra. Esta conversão facilita a comparação entre países, uma vez que retira a influência das diferenças de preços entre economias, obtendo-se uma análise de eficiência mais incisiva e precisa (taxa de conversão refere-se ao ano de 2011). Optou-se por utilizar a base de dados do FMI porque abrange um número superior de países e possui credibilidade internacional.

#### 7.4 Companhias de Distribuição

Naturalmente, pretendia-se uma análise mais abrangente, em que estivessem incluídas mais empresas de outros países europeus. Contudo, a ausência de dados, sobretudo sobre as variáveis qualitativas impediu a escolha de uma amostra de maior representatividade. Deste modo, as companhias de distribuição de energia eléctrica presentes no estudo são as seguintes:

Portugal – **EDP**;

República Checa - **CEZ Distribuce, PREdistribuce**;

República da Irlanda - **ESB**

Grécia – **HEDNA**

Reino Unido - **London Power Network, Eastern Power Network e South East England Power Network** (UK Power networks), **East Midlands Electricity, West Midlands Electricity, South Wales Electricity e South Western Electricity** (Western Power Distribution), **North East England, Yorkshire electricity** (Northern Powergrid), **Scottish Hydro Electric Power Distribution, Southern Electric Power Distribution/South Scotland** (SSE Power distribution), **North Wales- Merseyside, Cheshire- Southern Scotland** (SP Energy Networks);

## 8. DEA

O DEA é um método não paramétrico de programação linear que permite calcular a eficiência técnica, identificando as melhores empresas de fronteira de uma determinada amostra. A eficiência relativa é calculada, em termos de coeficientes que variam entre 0 e 1, sendo que às unidades de fronteira é-lhes atribuído 1. Para além da eficiência técnica é ainda possível calcular a eficiência alocativa e de escala.

Os modelos DEA estão orientados a *output* ou a *input*, podendo ser utilizadas escalas de retorno constantes e variáveis. Os primeiros maximizam as variáveis *output* para uma dada quantidade de factores *input*. Em contrapartida, os segundos minimizam os factores produtivos mantendo um determinado volume de *output*. No caso do presente estudo, será orientada a *input*, considerando-se mais conveniente para analisar as actividades de distribuição de energia eléctrica, uma vez que a procura pelo serviço, encontra-se fora do controlo das companhias (ERSE, 2011; Coelli et al., 2005; Giannakis et al., 2005).

O programa linear calcula a eficiência de N empresas, que produzem M outputs e K inputs. Desta forma, assume-se que X e Y representam as matrizes input K x N e output M x N. Os vectores para cada I<sup>th</sup> empresa, são representados pelos  $x_i$  e  $y_i$ , respectivamente. A execução do método resulta da seguinte equação (é resolvida uma vez para cada empresa):

$$(A) \text{Min} \theta, \lambda \theta$$

Sujeito a:

$$-y_i + Y\lambda \geq 0,$$

$$\Theta x_i - X\lambda \geq 0,$$

$$\lambda \geq 0$$

Onde o  $\theta$  corresponde a um escalar que determina a eficiência da empresa (quando  $\theta=1$ , a unidade é eficiente) e  $\lambda$  representa o vector N x 1 da constante. Como referido acima, optou-se pela utilização de escalas de retorno constantes devido às características da amostra. Caso fosse desejável resolver a equação com escalas de retorno variáveis seria necessário introduzir uma restrição de convexidade  $\sum_i^n \lambda_i = 1$ . Esta restrição impossibilita

contrações e expansões da fronteira e assegura que apenas empresas da mesma dimensão são comparadas entre si (ERSE, 2011; Coelli et al., 2005; Giannakis et al., 2005).

O método possui as vantagens de não requerer a especificação da função de custos da produção e permite identificar os efeitos das variáveis exógenas à empresa. O DEA pode ainda ser utilizado em conjunto com os índices de Malmquist, o que possibilita a aferição das variações da produtividade entre dois pontos. Porém, este método não separa a componente eficiência da componente erro e o número de empresas de fronteira tende a aumentar com a introdução de mais variáveis. Desta forma, poderá existir um potencial trade-off entre a necessidade de capturar os principais aspectos da performance das utilities e a perda de informação (ERSE, 2011; Coelli et al., 2005).

## 9. Resultados

### 9.1 Especificidades dos Modelos

Foram construídos 4 modelos DEA, estabelecendo diferentes combinações de variáveis. Este procedimento tem como objectivo identificar os efeitos dos custos e dos indicadores de qualidade no desempenho global das companhias. Como referido anteriormente, optou-se por utilizar um modelo DEA orientado a *input*, uma vez que a quantidade de energia fornecida e o número de consumidores encontram-se fora do controlo das empresas. A tabela 2 apresenta as variáveis input e output utilizadas nos quatro modelos testados, neste estudo.

No modelo “custos” foram incluídos o CAPEX, OPEX e o número de funcionários como variáveis input e o número de consumidores, a energia fornecida e a extensão da rede como outputs. Neste modelo, efectua-se uma análise “tradicional” de eficiência técnica conferindo particular relevância aos custos de exploração e de investimento. Nos modelos OPEX-SAIDI e CAPEX-SAIDI, são combinadas variáveis de custos com o indicador de qualidade SAIDI. A escolha recaiu sobre o SAIDI porque existe uma relação extremamente forte entre os gastos das companhias e a duração das interrupções. Como sugerem alguns autores mencionados em capítulos anteriores, a mesma relação não se expressa de forma tão intensa, no caso do indicador SAIFI.

O modelo qualidade integra exclusivamente como variáveis *input* indicadores de qualidade. Este último modelo permite aferir, de forma isolada, o efeito do número e duração das interrupções no desempenho das companhias. Desta forma, o objectivo das empresas passará por minimizar o SAIFI e SAIDI mantendo um dado volume de *output*.

| <b>2011</b>                |                |                   |                    |                  |
|----------------------------|----------------|-------------------|--------------------|------------------|
|                            | <b>Modelos</b> |                   |                    |                  |
| <b>Variáveis</b>           | <b>Custos</b>  | <b>Opex-saidi</b> | <b>Capex-saidi</b> | <b>Qualidade</b> |
| <i>Consumidores</i>        | <i>O</i>       | <i>O</i>          | <i>O</i>           | <i>O</i>         |
| <i>Comprimento de rede</i> | <i>O</i>       |                   |                    | <i>O</i>         |
| <i>Energia Fornecida</i>   | <i>O</i>       | <i>O</i>          | <i>O</i>           | <i>O</i>         |
| <i>OPEX</i>                | <i>I</i>       | <i>I</i>          |                    |                  |
| <i>CAPEX</i>               | <i>I</i>       |                   | <i>I</i>           |                  |
| <i>Funcionários</i>        | <i>I</i>       |                   |                    |                  |
| <i>SAIFI</i>               |                |                   |                    | <i>I</i>         |
| <i>SAIDI</i>               |                | <i>I</i>          | <i>I</i>           | <i>I</i>         |
| <b>O- Output I- Input</b>  |                |                   |                    |                  |

Tabela 2 – Variáveis output e Input utilizadas nos modelos testados

Fonte: adaptado de (Giannakis et al., 2005)

## 9.2 Estatística descritiva

A tabela 3 apresenta a estatística descritiva de todas as variáveis input, output e de qualidade utilizadas no presente estudo. Como é natural, foram incluídas a média, o desvio padrão e o valor mínimo. Os dados do desvio padrão indiciam a existência de empresas com dimensões e estruturas bastante diferentes. O “gap” entre o valor mínimo e a média reforça esta tendência.

| 2011                     |                        |             |              |              |              |
|--------------------------|------------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
|                          | Estatística descritiva |             |              |              |              |
| Output                   |                        |             |              |              |              |
| Variável                 | Unidade                | Média       | Valor mínimo | Valor máximo | Desv. Padrão |
| Energia Fornecida à rede | MWh                    | 23480,9     | 6310         | 49972        | 11865        |
| Nº consumidores          | Pessoas                | 2669165,8   | 750446       | 7392722      | 1754787      |
| Comprimento de rede      | Km                     | 85829,7     | 11901        | 228892       | 64726        |
| Input                    |                        |             |              |              |              |
| Opex                     | \$PPP                  | 227119100,7 | 194251       | 606896551    | 165059985,8  |
| Capex                    | \$PPP                  | 185865402,3 | 122973       | 449927431    | 131559371    |
| Nº funcionários          | Pessoas                | 1678.8      | 3579         | 507          | 777.80       |
| Qualidade                |                        |             |              |              |              |
| SAIFI                    | -                      | 0.9         | 0.2          | 2.8          | 0.707        |
| SAIDI                    | Minutos                | 91.6        | 37           | 296          | 59.52        |

Tabela 3 – Estatística descritiva da Amostra

Fonte: Elaboração própria

Dentro destas diferenças, as empresas que apresentam valores claramente superiores à média, do ponto de vista do número de consumidores, da energia fornecida e da extensão da rede são a EDP, a ESB e a HEDNO (ver tabelas em anexo). Esta situação decorre, do facto de ambas estarem a explorar a actividade de distribuição de energia em regime de monopólio, nos respectivos países. Em sentido inverso, a PRE Distribuce apresenta volumes extremamente baixo nas variáveis acima mencionadas,

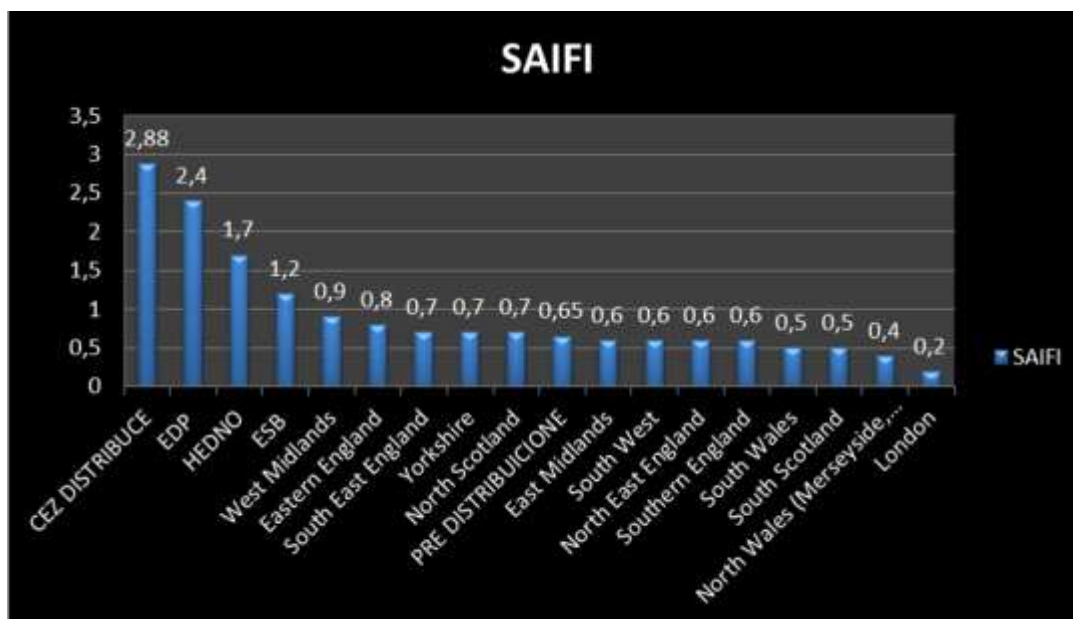


Figura 9 – Número médio de Interrupções registado pelas 18 companhias da amostra  
Fonte: Elaboração própria

uma vez que a sua área de serviço se restringe a uma pequena região da República Checa. As companhias de distribuição britânicas operando à escala regional apresentam dimensões muito semelhantes, em todas as variáveis, com algumas excepções ao nível dos custos operacionais e de investimento. Como se podem verificar através das figuras 9 e 9.1, as empresas do Reino Unido registam níveis de SAIDI e SAIFI extremamente baixos, destacando-se pela positiva. Em contrapartida, a CEZ distribuce da República Checa apresenta valores muito negativos relativamente ao número e duração das interrupções destacando-se pela negativa, da restante amostra. Igualmente elevados são os valores apresentados pela HEDNO grega e pela ESB irlandesa. Na perspectiva do comprimento de rede, a EDP, a HEDNO e a ESB possuem uma extensão de cabos aéreos extremamente elevada, quando comparado com a restante amostra. O que poderá constituir uma das justificações para as pesadas diferenças nos indicadores de qualidade

(ver tabelas em anexo). Em termos de número de funcionários a HEDNO lidera de forma destacada, com mais de metade dos funcionários da EDP e ESB, que possuem dimensões e estruturas semelhantes. Em ambos os casos, tanto EDP como a ESB iniciaram um processo de redução de funcionários, de forma quase ininterrupta à cerca de 7 anos. Em contrapartida, a PRE Distribuce e a South Wales constituem as empresas com menor volume de trabalhadores, resultante do reduzido número de consumidores e na pequena área que servem, sobretudo no caso da companhia Checa (ver tabelas em anexo).

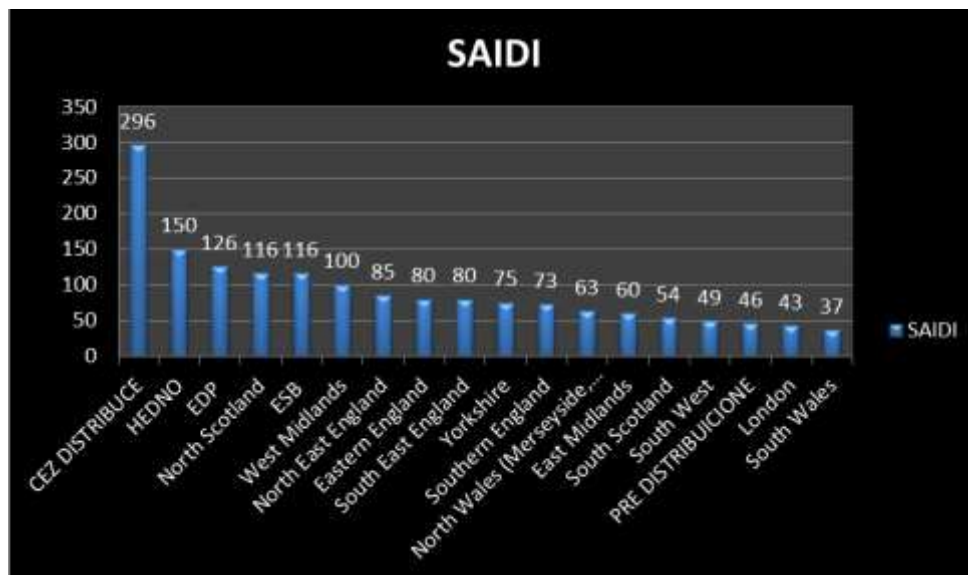


Figura 9.1 – Duração média das interrupções registadas pelas 18 companhias da amostra  
Fonte: Elaboração própria

### 9.3 Eficiência Técnica

| 2011                      |               |                   |                    |                  |
|---------------------------|---------------|-------------------|--------------------|------------------|
|                           | Modelos       |                   |                    |                  |
| <i>Empresas</i>           | <i>Custos</i> | <i>Opex-Saidi</i> | <i>Capex-saidi</i> | <i>Qualidade</i> |
| <i>EDP</i>                | 59.1          | 94.1              | 69.4               | 89.8             |
| <i>Eastern England</i>    | 65.1          | 83.9              | 59.7               | 82.7             |
| <i>London</i>             | 56.2          | 100               | 76.4               | 100              |
| <i>South East England</i> | 54.2          | 76.5              | 43.6               | 47.3             |
| <i>East Midlands</i>      | 54.8          | 82.4              | 95.4               | 82.7             |
| <i>West Midlands</i>      | 47.7          | 57.7              | 72.0               | 46.0             |
| <i>South Wales</i>        | 40.4          | 56.5              | 75.6               | 57.1             |
| <i>South West</i>         | 35.3          | 60.1              | 68.3               | 64.5             |
| <i>North Wales</i>        | 43.1          | 44.9              | 49.1               | 63.4             |
| <i>South Scotland</i>     | 63.1          | 93.8              | 76.3               | 84.0             |
| <i>North East England</i> | 55.4          | 63.4              | 56.7               | 37.3             |
| <i>Yorkshire</i>          | 60.4          | 84.4              | 100                | 100              |
| <i>North Scotland</i>     | 54.4          | 31.2              | 23.6               | 33.6             |
| <i>Southern England</i>   | 66.5          | 100               | 80.5               | 78.1             |
| <i>PRE DISTRIBUICIONE</i> | 100           | 100               | 100                | 22.2             |
| <i>CEZ DISTRIBUCE</i>     | 100           | 100               | 100                | 37.5             |
| <i>HEDNO</i>              | 43.7          | 98.2              | 90.3               | 99.7             |
| <i>ESB</i>                | 61            | 51.3              | 30                 | 100              |
| <i>Média</i>              | 58.9          | 76.6              | 70.4               | 68.1             |

Tabela 4 – Índices de eficiência técnica nos 4 modelos em 2011

Fonte: Elaboração própria

A tabela 4 apresenta os índices de eficiência técnica de 18 companhias de distribuição de energia eléctrica para o ano de 2011. Os melhores resultados são obtidos quando são introduzidas as variáveis de qualidade, embora se verifique uma ligeira redução dos índices médios no último modelo. Quando são testadas as variáveis monetárias OPEX e CAPEX, em conjunto com a variável de qualidade SAIDI, registam-se os melhores resultados com reflexo no aumento do número de empresas de fronteira. Deste modo, é possível afirmar com base nos dados acima apresentados, que em termos globais as variáveis qualidade possuem um efeito positivo nos coeficientes de eficiência das empresas seleccionadas para a amostra. As unidades

denotam ainda alguma sensibilidade à escolha das variáveis, com reflexo nas pesadas oscilações de desempenho registadas ao longo dos 4 modelos.

#### **9.4 Modelo Custos**

No modelo custos, o índice de eficiência médio é relativamente baixo, situando-se nos 58.9%. Como se pode verificar através da Figura 10, apenas duas empresas se encontram na fronteira de produção, registando-se consideráveis variações dos coeficientes, que oscilam entre os 35.5 e os 100%. Saliente-se ainda o “gap” de cerca de 40% entre as duas companhias de fronteira e as 5 que estão imediatamente abaixo no ranking. O que significa que este segundo grupo poderia desenvolver a sua actividade utilizando menos 40% dos recursos para o mesmo nível de output. Curiosamente, o fosso existente entre este segundo grupo e a restante amostra é de aproximadamente metade.

Das companhias que se destacam pela positiva encontram-se a PRE Distribuce, que dada a sua dimensão regional não encontrou termo de comparação e “colou-se” à fronteira e a Southern Electric Power Distribution. A companhia britânica apresenta índices de eficiência extremamente elevados em outros estudos, de natureza semelhante reforçando o seu bom desempenho, nesta área. Em contrapartida, a South Wales Electricity, West Midlands Electricity, a South West England britânicas e a CEZ Distribuce checa destacam-se pela negativa, evidenciando coeficientes de eficiência extremamente baixos, na casa dos 30/40%. A EDP situa-se a meio da tabela com um desempenho técnico próximo dos 60%, encontrando-se por isso longe da fronteira de produção. O esforço para tal, é extremamente elevado e dificilmente alcançável com apenas um movimento.

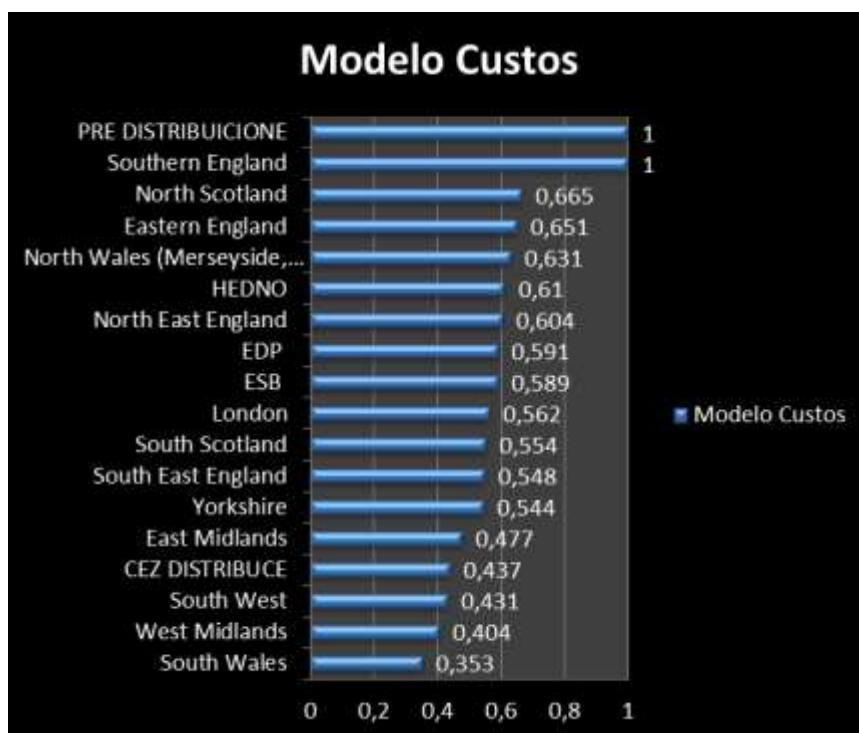


Figura 10 – Índices de eficiência técnica no modelo “Custos”

Fonte: Elaboração própria

### 9.5 Modelo CAPEX-SAIDI e OPEX-SAIDI

Nos modelos OPEX-SAIDI e CAPEX- SAIDI, os índices de eficiência técnica aumentam significativamente, em termos médios para os 76.6 e 70.4, respectivamente. O número de empresas de fronteira eleva-se, no modelo OPEX-SAIDI, para 4 e no modelo CAPEX-SAIDI para três. Em ambos os casos, a introdução da variável qualidade SAIDI melhorou o desempenho global da amostra. As assimetrias entre empresas registaram uma ligeira redução fixando-se o valor mais baixo nos 44,9%. Ao contrário do modelo Custos, a diferença entre as companhias de fronteira e o grupo imediatamente abaixo é extremamente ténue, e nalguns casos tangencial.

No modelo OPEX-SAIDI, a CEZ distribuce, a PRE distribuce Checas, Southern Electric Power Distribution e a London Power Network Britânica apresentam os melhores desempenhos da amostra, como ilustra a figura 10.1. Seguidos de muito perto pela grega HEDNO e pela portuguesa EDP com índices de eficiência de 0.982 e

0.941, respectivamente. Destacando-se pela negativa a North Scotland e a North Wales registam valores extremamente baixos de 0.312 e 0.449, respectivamente (ver figura 10.1).

Como se pode verificar na figura 10.2, uma vez substituídos os custos controlados pelos investimentos de rede, os resultados indicam algumas diferenças que importa reportar. A EDP e a Southern England, que no modelo anterior registavam índices de eficiência elevados, apresentam um decréscimo significativo. Este decréscimo é mais expressivo para a EDP, com uma queda de aproximadamente 30%, embora a companhia britânica evidencie o seu pior desempenho dos quatro modelos testados. Esta situação reflecte-se no target extremamente exigente definido para os investimentos de rede aplicado pelo DEA à EDP (analisados na secção seguinte). À semelhança do modelo OPEX-SAIDI, as empresas da República Checa PRE distribuce e CEZ distribuce mantêm-se como unidades de fronteira, embora acompanhadas pela britânica Yorkshire Electricity. Destaque ainda, para a HEDNO e a East Midlands Electricity com coeficientes de eficiência acima dos 90%. Em sentido inverso, a North Scotland volta a apresentar os piores resultados, com índices de eficiência na casa dos 20%. A Irlandesa ESB também regista fraco desempenho, mantendo este registo em ambos os modelos.

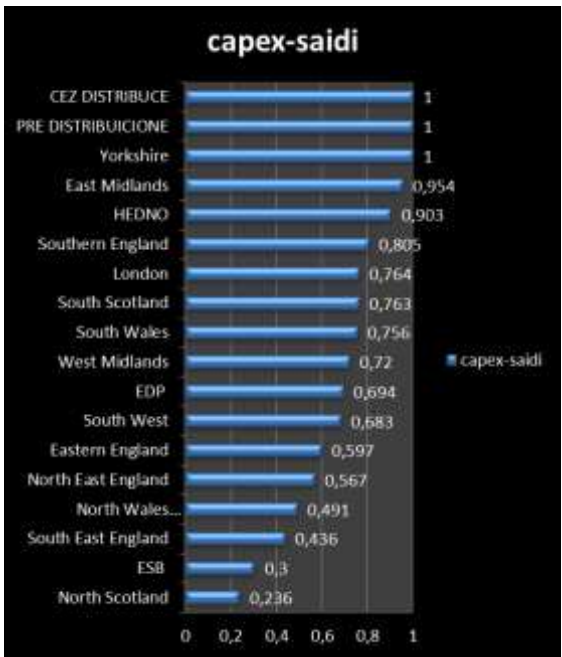


Figura 10.2 - Índices de eficiência técnica no modelo CAPEX-SAIDI  
Fonte: Elaboração própria

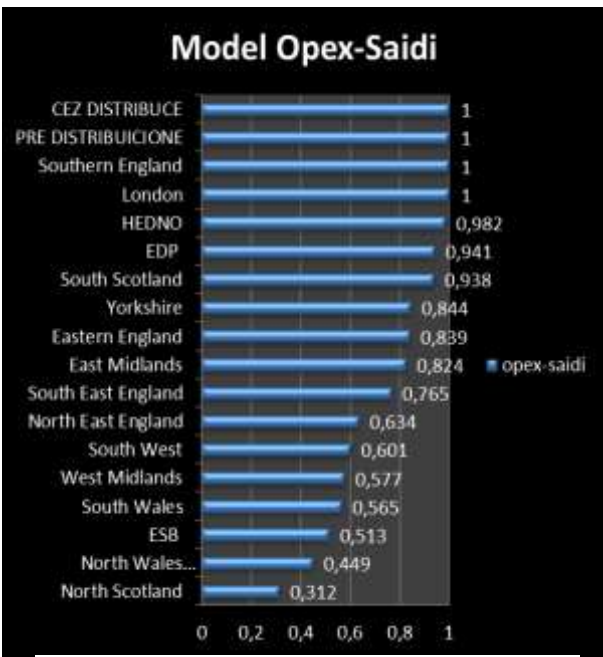


Figura 10.1 - Índices de eficiência técnica no modelo OPEX-SAIDI  
Fonte: Elaboração própria

## 9.6 Modelo Qualidade

Quando analisada a eficiência, apenas do ponto de vista da qualidade, a ESB, a Yorkshire Electricity e a London Power Network registam os melhores resultados. Seguidos de muito perto pela HEDNO, que mantem os bons registos dos testes anteriores e pela EDP. Em dois dos três modelos com variáveis de qualidade, a companhia portuguesa demonstrou excelentes performances, com índices de eficiência a rondarem os 90%. Em sentido inverso, com desempenhos técnicos na ordem dos 30%, a North East England e a North Scotland apresentam os piores resultados. Uma vez excluídas as variáveis qualidade do modelo, ambas as companhias revelam performance satisfatórias, embora longe de figurarem na fronteira de produção. Curiosamente, a PRE distribue, que nos modelos anteriores se havia classificado como empresa de fronteira, verifica o índice de eficiência técnica mais baixo, na casa dos 20%. A igualmente Checa CEZ distribue evidência uma performance relativamente modesta. Neste caso, os custos de exploração e os investimentos de rede estão muito aquém das restantes unidades, o que se reflecte em indicadores de qualidade bastante fracos, para o seu volume de output (ver figura 10.3).

Em suma, neste último modelo, a eficiência média baixa ligeiramente para os 68.1% e as diferenças de desempenho acentuam-se bastante, com o valor mais baixo a situar-se nos 22.2%. Na fronteira de eficiência encontram-se três empresas, que beneficiaram da entrada das variáveis SAIDI e SAIDI e da exclusão das variáveis monetárias CAPEX e OPEX.



Figura 10.3 - Índices de eficiência técnica no modelo Qualidade

Fonte: Elaboração própria

### 9.7 Targets

A tabela 5 regista os potenciais de melhoria que podem ser alcançados pelas empresas, em cada um dos *inputs* testados nos modelos Custos e Qualidade. Estes valores foram calculados pelo software DEAPE e têm como base o desempenho da companhia em relação à amostra. Em termos globais, as exigências de melhoria são superiores para o modelo de custos, uma vez que este apresenta os índices de eficiência médios mais baixos.

As metas definidas pelo programa para o montante de CAPEX e para o número de funcionários são particularmente exigentes, requerendo um longo período de ajustamento. Os “Targets” para as variáveis de qualidade exigem um esforço acrescido por parte de um conjunto relativamente alargado de empresas, incluindo as britânicas (com exceção da London Power Network) que apresentam níveis de qualidade extremamente elevados. Como é óbvio, o esforço varia em função do coeficiente atribuído à companhia em questão. Por exemplo, a EDP para se tornar tecnicamente eficiente no modelo qualidade deverá reduzir a frequência das interrupções 2.4 para 2.1 e a duração de 126 para 113. Atendendo aos valores presentes na tabela 5 referentes ao modelo custos, a mesma empresa teria de reduzir o número de funcionários para 2115 e o montante CAPEX para 178308801, mantendo o restante

output constante. Apenas registrando estes progressos, a EDP poderia fixar-se na fronteira de produção e tornar-se 100% eficiente em ambos os modelos.

| <b>2011</b>               |                      |              |                     |                         |              |
|---------------------------|----------------------|--------------|---------------------|-------------------------|--------------|
|                           | <b>Targets</b>       |              |                     |                         |              |
|                           | <b>Modelo Custos</b> |              |                     | <b>Modelo Qualidade</b> |              |
| <b>Empresas</b>           | <b>OPEX</b>          | <b>CAPEX</b> | <b>Funcionários</b> | <b>SAIFI</b>            | <b>SAIDI</b> |
| <i>EDP</i>                | -                    | 17830801     | 2115                | 2.1                     | 113          |
| <i>Eastern England</i>    | -                    | 10331490     | 1225                | 0.6                     | 66           |
| <i>London</i>             | 81789818             | 6626813      | 786                 | -                       | -            |
| <i>South East England</i> | 80961618             | 6559710      | 778                 | 0.3                     | 37           |
| <i>East Midlands</i>      | 93906768             | 7608558      | 902                 | 0.4                     | 49           |
| <i>West Midlands</i>      | 88564229             | 7175692      | 851                 | 0.4                     | 45           |
| <i>South Wales</i>        | 39728407             | 3218893      | 381                 | 0.2                     | 21           |
| <i>South West</i>         | 55971158             | 4534921      | 538                 | 0.3                     | 31           |
| <i>North Wales</i>        | 53783945             | 4357708      | 517                 | 0.2                     | 39           |
| <i>South Scotland</i>     | 71711926             | 5810277      | 689                 | 0.4                     | 45           |
| <i>North East England</i> | 57369541             | 4648222      | 551                 | 0.2                     | 31           |
| <i>Yorkshire</i>          | 82468715             | 6681819      | 792                 | -                       | 15           |
| <i>North Scotland</i>     | 38069761             | 3084506      | 365                 | 0.2                     | 39           |
| <i>Southern England</i>   | -                    | 8526582      | 1011                | 0.4                     | 56           |
| <i>PRE DISTRIBUICIONE</i> | -                    | 1665800      | -                   | 0.1                     | 10           |
| <i>CEZ DISTRIBUCE</i>     | -                    | 10224000     | -                   | 1                       | 110          |
| <i>HEDNO</i>              | -                    | 21476883     | 2548                | 1.6                     | 149          |
| <i>ESB</i>                | -                    | 11122194     | 1319                | -                       | -            |

Tabela 5 – Metas definidas pelo software Frontier para cada uma das companhias nos modelos Qualidade e Custos  
Fonte: Elaboração própria

## 9.8 Apreciação Global

A figura 10.4 apresenta os índices de eficiência de cada companhia em todos os modelos. Em termos globais, os efeitos da inclusão das variáveis de qualidade sobre os índices de eficiência são positivos. Embora, a generalidade das companhias registre algumas oscilações fruto da combinação das variáveis OPEX e CAPEX, os resultados tendem a ser bastante satisfatórios.

Dentro desta perspectiva, a London Power Network, a HEDNO e a Yorkshire Electricity foram as companhias que mais beneficiaram com a incorporação do SAIDI e do SAIFI na análise. A EDP obteve também as melhores performances nos modelos com variáveis qualidade, sendo que o seu pior registo, à semelhança de grande parte da amostra se fixou no modelo custos. Em sentido oposto, apenas as North Scotland e a North Wales obtiveram índices de eficiência superiores no modelo custos. As variáveis qualidade tiveram igualmente reflexos negativos nos desempenhos da CEZ distribuce e da PRE distribuce, sobretudo quando analisadas de forma isolada, como ocorreu no último modelo.

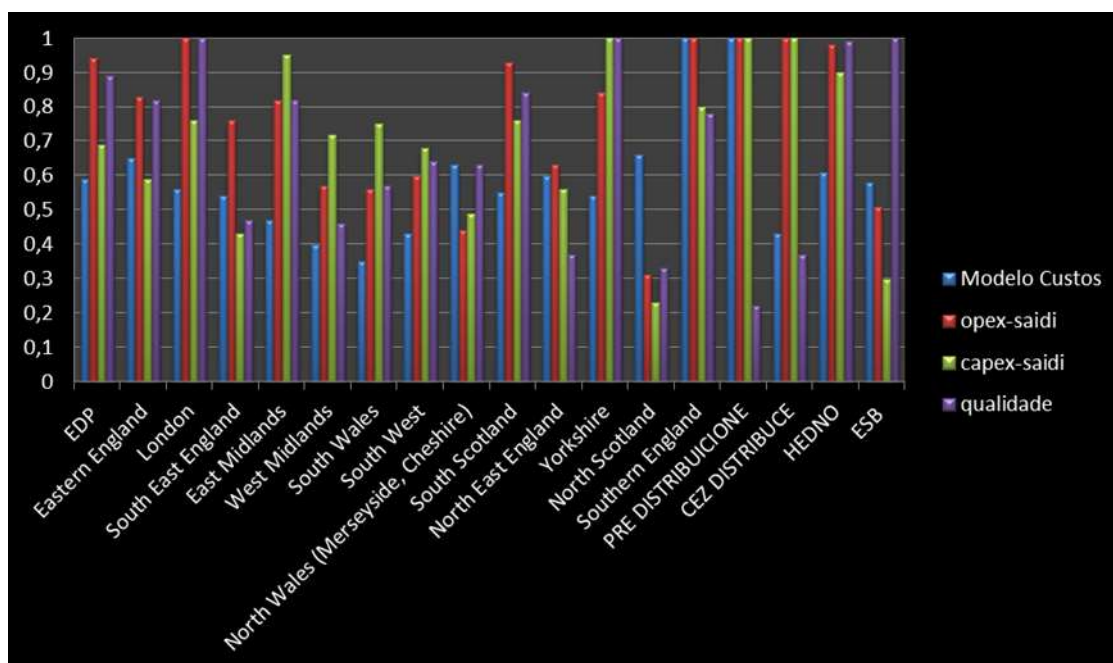


Figura 10.4 - Índices de eficiência técnica em todos os modelos por companhia  
Fonte: Elaboração própria

## 10. Conclusão

A presente investigação comprovou que os esquemas de incentivos à melhoria da qualidade do serviço promovem a eficiência técnica nas companhias do Reino Unido, de Portugal, da Grécia e da Republica da Irlanda. Como foi possível verificar através dos resultados, a introdução das variáveis de qualidade SAIFI e SAIDI, quer em conjunto quer de forma isolada provocaram fortes alterações nos índices de eficiência das companhias. Estes efeitos fizeram-se sentir de forma extremamente positiva, com a globalidade das empresas a melhorarem a seu desempenho. Foi igualmente possível denotar, que algumas unidades com boas performances no modelo de custos, não registaram resultados satisfatórios no modelo de qualidade. O que poderá evidenciar um potencial *trade-off* entre os custos e a qualidade do serviço.

As únicas empresas que não beneficiaram com a introdução das variáveis qualidade, especialmente quando analisadas de forma isolada, foram a CEZ Distribuce e a PRE distribuce. Estes resultados, no caso da CEZ Distribuce poderão estar relacionados com os montantes extremamente baixos despendidos na modernização e manutenção da rede. Por outro lado, a PRE Distribuce beneficiou da sua dimensão extremamente reduzida, o que lhe retirou qualquer termo de comparação e lhe permitiu figurar na fronteira de produção.

A extensão da rede aérea da EDP, ESB e da HEDNO é muito superior, ao que as restantes companhias de distribuição apresentam. Como referido ao longo da componente teórica, os cabos aéreos exigem um custo de manutenção superior, uma vez que se deterioram com maior facilidade, pois estão mais expostos às intempéries. Naturalmente, esta exposição prejudica seriamente os índices de qualidade e dificulta a obtenção de melhores resultados.

No caso particular da EDP, a elevada dispersão da rede de distribuição associada a um plano de investimento extremamente arrojado desenvolvido nos últimos anos, inflacionaram de sobremaneira os investimentos de rede (capex). Como consequência foram registados índices de eficiência relativamente baixos no modelo Custos e CAPEX-SAIDI. Porém, os resultados evidenciados pela EDP são extremamente satisfatórios, especialmente nos modelos Qualidade e OPEX-SAIDI. Destaque ainda para a HEDNO que evidencia algumas fragilidades apenas no modelo custos, em virtude do número desproporcionalmente elevados de funcionários. A propriedade da

companhia era, à data da análise, exclusivamente pública o que poderá justificar semelhante debilidade. No entanto, não existem bases suficientes neste estudo que permitam afirmar tal relação.

As questões climáticas poderão influenciar seriamente os índices de eficiência técnica da generalidade da amostra sobretudo na República Checa, na República da Irlanda e Reino Unido. No entanto, a desvantagem climática é atenuada pela composição da rede de distribuição de energia, na qual predominam os cabos subterrâneos.

As empresas de distribuição do Reino Unido enfrentam algumas condicionantes que podem estar na origem de determinados resultados. Como referem Giannakis et al. (2005) e Jasmab e Pollit (2007), o enquadramento regulatório Britânico avalia de forma separada o OPEX, o CAPEX e a qualidade do serviço. Como tal, os benefícios concedidos às empresas, por poupanças registadas nos custos de exploração (OPEX) são maiores do que aqueles que são atribuídos ao CAPEX. Desta forma, as empresas procuram capitalizar os valores do OPEX, uma vez que lhe são atribuídos maiores coeficientes de eficiência e consequentemente receitas. Contudo, estes incentivos não reflectem o valor real da qualidade e por isso não estão alinhados com o óptimo social. Além disso, este problema também está relacionado com o período regulatório. As companhias obtêm elevados ganhos de eficiência no primeiro ano deste período, embora apenas uma pequena parte do valor seja apresentado como poupanças de custos no final. Assim sendo, as utilities Britânicas atrasam as melhorias de eficiência e adoptam programas de investimento completamente desajustados, o que poderá, em parte justificar determinados scores de eficiência.

Por outro lado, a elevada desconcentração dos sectores da cadeia de valor a jusante, nomeadamente a comercialização, exigem uma taxa de esforço das redes de distribuição britânicas superior. Para que não existam falhas de energia, em virtude da procura realizada pelas várias empresas de comercialização, as companhias do reino unido necessitam de investir mais na rede e na sua manutenção, o que se reflecte em custos OPEX e CAPEX maiores do que a restante amostra. Além disso, as pressões efectuadas pelo regulador e o forte escrutínio público, característico dos países anglo-saxónicos, exigem elevados níveis de qualidade, que apenas são alcançados através de planos de investimento ambiciosos e custos de exploração elevados.

Em suma, o enquadramento regulatório, as exigências dos consumidores em termos de qualidade e a elevada desconcentração do sector da comercialização de energia podem estar na origem dos índices de eficiência relativamente baixos apresentados por algumas companhias britânicas.

Numa futura investigação seria interessante e pertinente analisar a eficiência alocativa, produtiva e escalar atribuindo um preço a cada uma das variáveis de qualidade. Através destes cálculos seria possível encontrar um ponto óptimo eficiente que permitisse harmonizar o potencial trade-off entre os níveis de qualidade e custos de exploração/investimentos de rede. O coeficiente gerado poderia, mais tarde, ser utilizado pelo regulador, para aperfeiçoar a fórmula de cálculo do esquema de incentivo.

O presente estudo evidência a necessidade de integrar, nas análises de *Benchmarking* internacional, variáveis referente à qualidade do serviço, como forma de melhorar o actual enquadramento regulatório. No entanto, os esquemas de incentivos orientados para a qualidade do serviço são relativamente recentes e necessitam de ser desenvolvidos, reajustados e enquadrados com outras disposições regulatórias. Por este motivo, importa continuar as investigações neste campo, de forma a proporcionar aos consumidores níveis de qualidade do serviço óptimos e eficientes.

# **ANEXOS**

## Anexo 1

**Os custos de exploração (opex), os investimentos na rede (capex), o número de funcionários e a frequência das interrupções (SAIFI) referentes às 18 companhias de distribuição**

| <i>2011</i>               |                   |                    |                     |              |
|---------------------------|-------------------|--------------------|---------------------|--------------|
| <i>Empresas</i>           | <i>OPEX \$PPP</i> | <i>CAPEX \$PPP</i> | <i>Funcionários</i> | <i>SAIFI</i> |
| <i>EDP</i>                | 547169811         | 449927431          | 3579                | 2,4          |
| <i>Eastern England</i>    | 370753323         | 308372750          | 1883                | 0,8          |
| <i>London</i>             | 196602658         | 205317577          | 1400                | 0,2          |
| <i>South East England</i> | 149483013         | 256868537          | 1553                | 0,7          |
| <i>East Midlands</i>      | 279320531         | 129837518          | 1647                | 0,6          |
| <i>West Midlands</i>      | 265878877         | 131462333          | 1784                | 0,9          |
| <i>South Wales</i>        | 288035450         | 68242245           | 946                 | 0,5          |
| <i>South West</i>         | 236041358         | 98670605           | 1523                | 0,6          |
| <i>North Wales</i>        | 339438700         | 168980797          | 1200                | 0,4          |
| <i>South Scotland</i>     | 113559822         | 117902511          | 1300                | 0,5          |
| <i>North East England</i> | 103604135         | 102245199          | 1360                | 0,6          |
| <i>Yorkshire</i>          | 136558345         | 135982274          | 1440                | 0,7          |
| <i>North Scotland</i>     | 70014771          | 123707533          | 172                 | 0,7          |
| <i>Southern England</i>   | 158345642         | 203175775          | 2385                | 0,6          |
| <i>PRE DISTRIBUICIONE</i> | 1942511           | 12297311           | 507                 | 0,65         |
| <i>CEZ DISTRIBUCE</i>     | 126187211         | 75951241           | 1213                | 2,88         |
| <i>HEDNO</i>              | 606896551         | 380689655          | 6791                | 1,7          |
| <i>ESB</i>                | 224984702         | 388513513          | 3140                | 1,2          |

## ANEXO 2

**A energia fornecida, o comprimento de rede, o número de consumidores e a duração das interrupções referentes às 18 companhias de distribuição**

| <b>2011</b>                   |                                        |                                      |                     |                        |
|-------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------|---------------------|------------------------|
| <i>Empresas</i>               | <i>Energia<br/>Fornecida<br/>(GWh)</i> | <i>Extensão<br/>de rede<br/>(KM)</i> | <i>Consumidores</i> | <i>SAIDI<br/>(min)</i> |
| <i>EDP</i>                    | 49972                                  | 223734                               | 6137676             | 126                    |
| <i>Eastern England</i>        | 34471                                  | 96000                                | 3556281             | 80                     |
| <i>London</i>                 | 28431                                  | 49000                                | 2279053             | 43                     |
| <i>South East<br/>England</i> | 20314                                  | 52000                                | 2257968             | 80                     |
| <i>East Midlands</i>          | 26913                                  | 72000                                | 2619000             | 60                     |
| <i>West Midlands</i>          | 24409                                  | 64000                                | 2470000             | 100                    |
| <i>South Wales</i>            | 11833                                  | 35000                                | 1108000             | 37                     |
| <i>South West</i>             | 14019                                  | 50000                                | 1561000             | 49                     |
| <i>North Wales</i>            | 17000                                  | 49596                                | 1500000             | 63                     |
| <i>South Scotland</i>         | 19341                                  | 64027                                | 2000000             | 54                     |
| <i>North East<br/>England</i> | 15500                                  | 40600                                | 1600000             | 85                     |
| <i>Yorkshire</i>              | 22700                                  | 53200                                | 2300000             | 75                     |
| <i>North Scotland</i>         | 8346                                   | 47748                                | 750446              | 116                    |
| <i>Southern<br/>England</i>   | 33172                                  | 76799                                | 2935000             | 73                     |
| <i>PRE<br/>DISTRIBUICIONE</i> | 6310                                   | 11901                                | 747566              | 46                     |
| <i>CEZ<br/>DISTRIBUCE</i>     | 43864                                  | 158267                               | 351281              | 296                    |
| <i>HEDNO</i>                  | 44371                                  | 228892                               | 7392722             | 150                    |
| <i>ESB</i>                    | 22580                                  | 172171                               | 2239507             | 116                    |

### Anexo 3

#### A extensão da rede subterrânea e aérea referente às 18 companhias de distribuição

| <i>2011</i>               |                                |                          |
|---------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| <i>Empresas</i>           | <i>Cabos Subterrâneos (KM)</i> | <i>Cabos Aéreos (KM)</i> |
| <i>EDP</i>                | 49441                          | 174293                   |
| <i>Eastern England</i>    | 62000                          | 34000                    |
| <i>London</i>             | 36000                          | 13000                    |
| <i>South East England</i> | 40000                          | 12000                    |
| <i>East Midlands</i>      | 50000                          | 22000                    |
| <i>West Midlands</i>      | 40000                          | 24000                    |
| <i>South Wales</i>        | 17000                          | 18000                    |
| <i>South West</i>         | 22000                          | 28000                    |
| <i>North Wales</i>        | 28176                          | 21420                    |
| <i>South Scotland</i>     | 42924                          | 21103                    |
| <i>North East England</i> | 25800                          | 14800                    |
| <i>Yorkshire</i>          | 39800                          | 13400                    |
| <i>North Scotland</i>     | 16251                          | 31407                    |
| <i>Southern England</i>   | 49626                          | 27173                    |
| <i>PRE DISTRIBUICIONE</i> | 11560                          | 341                      |
| <i>CEZ DISTRIBUCE</i>     | 60467                          | 97800                    |
| <i>HEDNO</i>              | 23693                          | 205199                   |
| <i>ESB</i>                | 21631                          | 150540                   |

## Referências Bibliográficas

### Artigos:

Ajodhia, V. et al., (2006), “Quality regulation of electricity distribution in Italy: an evaluation study”, *Energy Policy*, N°34, pp. 1478–1486.

Ajodhia, V. e Hakvoort, R. (2005), “Economic regulation of quality in electricity distribution networks”, *Utilities Policy*, N°13, pp. 211–221.

Arocena, P. (2008), “Cost and quality gains from diversification and vertical integration in the electricity industry: A DEA approach”, *Energy Economics*, N°30, pp. 39-58.

Çelen, A. e Yalçın, N. (2012) “Performance assessment of Turkish electricity distribution utilities: Na application of combined FAHP\TOPSIS\DEA methodology to incorporate quality of service”, *Utilities Policy*, N° 23, pp. 59-71.

Coelli, T. J. et al. (2013), “Estimating the cost of improving quality in electricity distribution: A parametric distance function approach”, *Energy Policy*, N°53, pp. 287-297.

Cronin, F. J. e Motluk, S. (2011), “Ten years after restructuring: Degraded distribution reliability and regulatory failure in Ontario”, *Utilities Policy*, N°19, pp. 235-243.

Fernandes, C. et al., (2012), “An approach to calibrate incentives for continuity of supply in the Spanish electricity distribution system”, *Electric Power Systems Research*, N° 82, pp. 81– 87.

Fumagalli, E. et al. (2007) “Service quality in the electricity industry: The role of privatization and managerial behavior”, *Energy Policy*, N°35, pp. 6212–6224.

Giannakis, D, et al., (2005), “Benchmarking and incentive regulation of quality of service: an application to the UK electricity distribution networks”, *Energy Policy*, N°33, pp. 2256–2271.

Gómez, B. L. et al., 2011, “Evaluating the regulator: Winners and losers in the regulation of Spanish electricity distribution”, *Energy Economics*, N°33, pp. 807–815.

Growitsch, C. et al., (2010), “Social cost-efficient service quality—Integrating customer valuation in incentive regulation: Evidence from the case of Norway”, *Energy Policy*, N° 38, pp. 2536–2544.

Holt, L. (2005) “Utility service quality – Telecommunications, electricity, water”, *Utilities Policy*, N°13, pp. 189-200.

Jamasb, T. e Pollitt, M. (2001) “Benchmarking and regulation: internacional electricity experience”, *Utilities Policy*, N°9, pp. 107-130.

Jasmab, T. e Pollitt, M. (2003) “Internacional benchmarking and regulation: an application to European electricity distribution utilities”, *Energy Policy*, N° 31, pp. 1609-1622.

Jasmab, T. e Pollitt, M. (2007), “Incentive regulation of electricity distribution networks: Lessons of experience from Britain”, *Energy Policy*, N° 35, pp. 6163–6187.

Jamasb, T. e Pollitt, M. (2008), “Reference models and incentive regulation of electricity distribution networks: An evaluation of Sweden’s Network Performance Assessment Model (NPAM)”, *Energy Policy*, N° 36, pp. 1788–1801.

Jamasb, T. et al. (2012), “Estimating the marginal cost of quality improvements: The case of the UK electricity distribution companies”, *Energy Economics*, N°34, pp. 1498-1506.

Lim, S. et al. (2011), “A study on the selection of Benchmarking paths in DEA”, *Expert systems with applications*, N°38, pp. 7665-7673.

Naik, C., et al., (2013), “Power quality index based on discrete wavelet transform”, *Electrical Power and Energy Systems*, N°53, pp. 994–1002.

Newton, M. N. e Getachew, L. (2009), “Statistical Benchmarking in Utility Regulation: Role, standarts and methods”, *Energy Policy*, N°37 pp. 1323-1330.

Reichl, J. et al., (2008) “The importance of incorporating reliability of supply criteria in a regulatory system of electricity distribution: An empirical analysis for Austria”, *Energy Policy*, N°36, pp. 3862-3871.

Simab, M. e Haghifam, M. R. (2012), “Quality performance based regulation through designing reward and penalty scheme for electric distribution companies”, *Electrical Power and Energy Systems*, N° 43, pp. 539–545.

Yu, W. et al., (2009), “Does Weather Explain Cost and Quality Performance? An Analisis of UK Electricity Distribution Companies”, *Energy Policy*, N° 37, pp. 4177–4188.

### **Endereços Electrónicos:**

<http://utilitiessavings.co.uk/resources/electricity-distributors/> Acedido em 15 de Maio de 2014.

<http://www.erse.pt/pt/Paginas/home.aspx> Acedido em 5 de Janeiro de 2014.

<http://www.deddie.gr/en> Acedido em 20 de Maio de 2014.

<http://www.imf.org/external/index.htm> Acedido a 20 de Julho de 2014.

<https://www.ofgem.gov.uk/> Acedido a 23 de Janeiro de 2014.

<http://www.ukpowernetworks.co.uk/> Acedido a 14 de Abril de 2014.

<http://www.westernpower.co.uk/> Acedido a 15 de Abril de 2014.

<http://www.ssepd.co.uk/> Acedido a 19 de Abril de 2014.

<http://www.sppowersystems.co.uk/> Acedido a 19 de Abril de 2014.

<http://www.northernpowergrid.com/> Acedido a 19 de Abril de 2014.

<http://www.edpdistribuicao.pt/pt/Pages/homepage.aspx> Acedido a 16 de Abril de 2014

### **Relatórios:**

CEER (2013), “Benchmarking Report 5.1 on the Continuity of Electricity Supply”, Council of European Energy Regulators, Fostering Energy Markets, Empowering consumers, Bruxelles, Belgica. Disponível em: [http://www.ceer.eu/portal/page/portal/EER\\_HOME/EER\\_PUBLICATIONS/CEER\\_PAPERS/Electricity/Tab3/C13-EQS-57-03\\_BR5.1\\_19-Dec-2013\\_updated-Feb-2014.pdf](http://www.ceer.eu/portal/page/portal/EER_HOME/EER_PUBLICATIONS/CEER_PAPERS/Electricity/Tab3/C13-EQS-57-03_BR5.1_19-Dec-2013_updated-Feb-2014.pdf) Acedido a 17 de Fevereiro de 2014.

CEZ Distribuce (2011), “Annual Report 2011”, B.I.G, Prague. Disponível em: [http://www.cezdistribuce.cz/edee/content/file-other/distribuce/o-spolecnosti/cez\\_distribuce\\_annual\\_report\\_2011.pdf](http://www.cezdistribuce.cz/edee/content/file-other/distribuce/o-spolecnosti/cez_distribuce_annual_report_2011.pdf)

EDP distribuição (2012), “A world full of energy relatório e contas”. Disponível em: [http://www.edp.pt/pt/investidores/assembleiasgerais/assembleiasanuais/2013/Assembleia%20Anual%202013/EDP\\_RC2012\\_PT.pdf](http://www.edp.pt/pt/investidores/assembleiasgerais/assembleiasanuais/2013/Assembleia%20Anual%202013/EDP_RC2012_PT.pdf) Acedido a 16 de Abril de 2014.

Electricity North West (2012), “Electricity North West Limited Innovation Funding Incentive Annual Report 2011/12”, IFI Report. Disponível em:

<http://www.enwl.co.uk/docs/about-us/ifi-annual-report-2011-2-12.pdf?sfvrsn=2>

Entidade Reguladora para os Serviços Energéticos - ERSE (2011), “PARÂMETROS DE REGULAÇÃO PARA O PERÍODO 2012 A 2014”, Lisboa. Disponível em:

<http://www.erse.pt/pt/electricidade/tarifaseprecos/tarifasreguladasdeanosanteriores/tarifas2012/Documents/P%C3%A2rametros%20reg%202012-2014.pdf> Acedido em 5 de Janeiro de 2014.

Entidade Reguladora para os Serviços Energéticos - ERSE (2013), “Relatório anual para a comissão europeia”, Lisboa. Disponível em:

[http://www.erse.pt/pt/uniao-europeia/Documents/Relat%C3%B3rio%20CE%202013\\_PT\\_Final.pdf](http://www.erse.pt/pt/uniao-europeia/Documents/Relat%C3%B3rio%20CE%202013_PT_Final.pdf) Acedido em 24 de Janeiro de 2014.

Entidade Reguladora para os Serviços Energéticos - ERSE (2013), “REGULAMENTO DA QUALIDADE DE SERVIÇO DO SETOR ELÉTRICO”, Lisboa. Disponível em:

[http://www.erse.pt/pt/electricidade/regulamentos/qualidadedeservico/Documents/RQS-SE\\_nov%202013.pdf](http://www.erse.pt/pt/electricidade/regulamentos/qualidadedeservico/Documents/RQS-SE_nov%202013.pdf) Acedido em 16 de Janeiro de 2014.

ESB (2011), “Powering you”, Annual report and Accounts 2011, Dublin: Zahra Media Group. Disponível em:

[http://www.esb.ie/main/about-esb/ESB\\_annual\\_report\\_2011\\_Business\\_overview.pdf](http://www.esb.ie/main/about-esb/ESB_annual_report_2011_Business_overview.pdf) Acedido a 25 de Abril de 2014.

ESB Networks (2011), “ESB Network performance report 2011”. Disponível em:

[http://www.esb.ie/esbnetworks/en/downloads/ESB\\_Networks\\_Performance\\_Report\\_2011.pdf](http://www.esb.ie/esbnetworks/en/downloads/ESB_Networks_Performance_Report_2011.pdf) Acessado a 26 de Abril de 2014.

ESB Networks (2012), “Key Statistics 2012”, Network Strategy Section. Disponível em:

[https://www.esb.ie/esbnetworks/en/downloads/esb\\_networks\\_summary\\_statistics\\_2012.pdf](https://www.esb.ie/esbnetworks/en/downloads/esb_networks_summary_statistics_2012.pdf) Acessado a 26 de Abril de 2014.

Northern Electric Distribution Limited (2011), “Regulatory Accounts 2011”, Newcastle. Disponível em:

[http://www.northernpowergrid.com/som\\_download.cfm?t=media:documentmedia&i=1266&p=file](http://www.northernpowergrid.com/som_download.cfm?t=media:documentmedia&i=1266&p=file) Acessado a 19 de Abril de 2014.

Ofgem (2012), “Electricity Distribution Annual Report for 2010-11”, London, Ofgem. Disponível em:

<https://www.ofgem.gov.uk/ofgem-publications/46553/electricitydistributionannualreportfor201011.pdf> Acessado a 23 de Abril de 2014.

Pre Distribuce (2011), “Annual report 2011”, ENTRE s.r.o. Disponível em:  
[http://www.vyrocnizprava.cz/fotky/1\\_828\\_PREdi\\_VZ11\\_EN.pdf](http://www.vyrocnizprava.cz/fotky/1_828_PREdi_VZ11_EN.pdf) Acessado a 17 de Abril de 2014.

Scottish and Southern Energy (2012), “Annual Report”, Tayburn. Disponível em:

<http://www.companythumbs.com/PDF/2011/SSE.L.pdf>? Acessado a 19 de Abril de 2014.

Scottish and Southern Energy power distribution (2013), “Scottish Hydro Electric Power Distribution RIIO-ED1 Business Plan”, Regional Factors Supporting Paper. Disponível em:

<http://www.yourfutureenergynetwork.co.uk/RF2014.pdf> Acessado a 19 de Abril de 2014.

SP MANWEB PLC (2012), “SP MANWEB PLC CORPORATE REPORT & REGULATORY ACCOUNTS”, Registered No. 2366937. Disponível em:

[http://www.scottishpower.com/userfiles/document\\_library/SPManweb2012RegAccounts.pdf](http://www.scottishpower.com/userfiles/document_library/SPManweb2012RegAccounts.pdf) Acessado a 19 de Abril de 2014.

SP DISTRIBUTION LIMITED (2011), “CORPORATE REPORT & REGULATORY ACCOUNTS”, Registered No. SC189125. Disponível em:

[http://www.scottishpower.com/userfiles/document\\_library/SPD2011signedaccounts.pdf](http://www.scottishpower.com/userfiles/document_library/SPD2011signedaccounts.pdf) Acessado a 19 de Abril de 2014.

UK Power Networks (2012), “Annual Review 2012”, London. Disponível em:

<http://www.ukpowernetworks.co.uk/internet/en/about-us/documents/2012-Annual-Review.pdf> Acessado a 14 de Abril de 2014.

Yorkshire Electricity Distribution plc (2011), “Regulatory Accounts”, Newcastle. Disponível em:

[http://www.northernpowergrid.com/som\\_download.cfm?t=media:documentmedia&i=1267&p=file](http://www.northernpowergrid.com/som_download.cfm?t=media:documentmedia&i=1267&p=file) Acessado a 19 de Abril de 2014.

### **Livros**

Coelli, T. J., et al. (2005), *An introduction to efficiency and productivity analysis second edition*, New York: Springer science e Business media.

### **Outros Documentos**

Esteves, J., (2007), “Evolução de alguns indicadores de desempenho das redes eléctricas em Portugal”, XI Reunião Ibero-Americana de Reguladores de Energia Madrid, ERSE.

Soares, I (2013), “O mercado de Electricidade”, Mercados da Energia, Miec/Mega.

Šefránek, J (2013), “Power Quality Control”, Energy Regulatory Office, Czech Republic.

Torres, J. (2012), “O caso da EDP Distribuição Caminhos para melhor qualidade de serviço”, V Conferencia Anual RELOP, Lisboa.

Falcão, A. (2007), “Incentivo à melhoria da qualidade de serviço na actividade de distribuição de energia eléctrica”, in *A regulação da energia em Portugal 1997-2007*, Entidade Reguladora para os Serviços Energéticos ERSE, pp. 149-160.

Falcão, A. et al. (2006), “SOME REGULATION PERSPECTIVES FOR POWER QUALITY”, 12th International Conference on Harmonics and Quality of Power, in *A regulação da energia em Portugal 1997-2007*, Entidade Reguladora para os Serviços Energéticos ERSE pp. 137-145.



