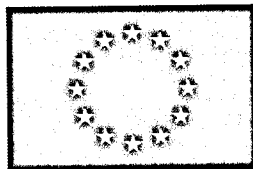


FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

**Simulador de comercialização horária de energia para
consumidores domésticos
“ComerHo”**

**Carlos Filipe Freire Mateus
Ricardo José da Silva Mendonça**

**Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau
de licenciado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores
(Área de especialização de Energia)**



Ciência.Inovação Programa Operacional Ciência e Inovação 2010
2010 MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, INOVAÇÃO E ENSINO SUPERIOR

Dissertação realizada sob supervisão
do Professor Doutor Cláudio Domingos Martins Monteiro,
do Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores
da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
e do Professor Doutor João Paulo Tomé Saraiva
do Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores do Porto.

621.3(047.3)/
LEEC
2006/MATc

Porto, Julho de 2006

114

31

621 3147 3) 1 LEEC 2006/197472

Unit	Univ. Porto
Faculdade de Engenharia	
Instituto	
Nº	104928
CDU	
Data	24/02/2010

Resumo

O presente relatório constitui parte integrante da frequência da disciplina “Projecto, Seminário ou Trabalho de Final de Curso” do curso de Engenharia Electrotécnica e de Computadores, ramo de Sistemas de Energia, ministrado pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Neste documento é descrito e explicado aos/às leitores(as) todo o processo de desenvolvimento e elaboração do Simulador de Comercialização Horária de Energia Eléctrica para Consumidores Domésticos. Mais concretamente, são referidos (entre outros): a sua contextualização, o desenvolvimento do modelo matemático sobre o qual assenta o seu funcionamento e a geração e análise de resultados decorrentes do seu funcionamento.

No primeiro capítulo apresentam-se os objectivos do trabalho, um pequeno exemplo de demonstração e são também expostas as vantagens decorrentes da utilização do esquema de comercialização desenvolvido.

No segundo capítulo descreve-se a evolução histórica do sector eléctrico, seguida da completa caracterização do Sector Eléctrico Português com bases nos marcos mais importantes da sua evolução, na organização das entidades que o constituem e no sistema eléctrico.

O capítulo seguinte trata da contextualização do trabalho que deu origem a este documento, sendo fundamentalmente baseada na liberalização do mercado de electricidade e na actividade de comercialização de energia. São também abordados os temas da eficiência energética, de planeamento de recursos integrado (IRP) e as técnicas DSM.

No quarto capítulo apresenta-se o simulador, descrevendo a sua interface e a explicando o modelo matemático que o sustenta.

Os resultados produzidos pelas simulações mais importantes e respectiva análise são apresentados no quinto capítulo.

O sexto e último capítulo compreende apenas conclusão do trabalho.

Abstract

The present report incorporates the frequency of the subject "Project, Seminar or End of Course Work" of the course Electrical and Computer Engineering, specialising in Power Systems, given by Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

In this document the whole development process of the Hourly Marketing of Electrical Energy Simulator to Domestic Consumers is described and explained to the readers. More specifically, it is mentioned (among others): its context, the development of the mathematical model in which its operation and generation lies and the results analysis arising from its operation.

In the first chapter the aims of the work are presented, a small demo example and the advantages arising from the use of the developed marketing scheme are also shown.

In the second chapter the historical evolution of the electrical sector is described and it is followed by the complete characterization of the Portuguese Electrical Sector based on the most important aspects of its evolution, on the organisation of entities that compose it and on the electrical system.

The next chapter concerns the context of the work that gave origin to this document, being basically based on the liberalisation of the electricity market and on the energy marketing activity.

The topics energy efficiency, integrated resource planning (IRP) and DSM techniques are also dealt with.

In the fourth chapter the simulator is presented by describing its interface and explaining the mathematical model that sustains it.

The results produced by the most important simulations and its analysis are described in the fifth chapter.

The sixth chapter includes the conclusion of the work.

Prefácio

Estando estabelecida para 1 de Julho de 2007, através da Directiva n.º 2003/54/CE, a data limite a partir da qual todos os consumidores de energia eléctrica poderão escolher os seus comercializadores, prevê-se uma enorme concorrência principalmente a nível da comercialização junto dos consumidores BTN. Tendo como pano de fundo este cenário e antecipando a necessidade dos comercializadores possuírem ferramentas eficazes para suplantarem a concorrência idealizamos e desenvolvemos um Simulador de Comercialização Horária de Energia Eléctrica para Consumidores Domésticos. Este simulador tem como principal função ajudar o comercializador na prestação dos seus serviços e dotá-lo de grande competitividade no mercado. O seu funcionamento assenta num modelo matemático, no qual uma das principais variáveis de entrada é o consumo dos clientes do comercializador e a principal variável de saída é o preço por kW. Assim os clientes são persuadidos a reduzir ou a aumentar o consumo em função do preço do kW. Segundo esta perspectiva encaramos o simulador como uma técnica de DSM - Demand Side Management - pura.

Agradecimentos

Neste espaço gostaríamos de deixar os nossos agradecimentos a todos os que tornaram possível a realização deste trabalho, especialmente a:

António Manuel Lopes Gomes, pela ajuda prestada durante o desenvolvimento do simulador.

Professor Doutor Cláudio Domingos Martins Monteiro, pelas horas de dedicação e cujo apoio e orientação foram fundamentais para realização deste trabalho.

Ao Programa Operacional Ciência e Inovação 2010 pelo incentivo prestado para a execução do trabalho.

Índice

Glossário	8
Capítulo 1	9
1. Introdução	10
Capítulo 2	12
2. O Sector Eléctrico	13
2.1 O sector eléctrico no passado.....	13
2.2 O Sector Eléctrico Português	16
2.2.1 Marcos na evolução do sistema eléctrico português.....	16
2.2.2 Organização do Sector Eléctrico Nacional (SEN)	17
2.2.3 Breve caracterização do sistema eléctrico português.....	19
Capítulo 3	23
3. Contextualização	24
3.1 A Liberalização do Mercado de Electricidade.....	24
3.2 Consequência da liberalização do mercado de electricidade.....	28
3.3 Actividade de comercialização	29
3.3.1 Perspectivas/Estratégias de Negócio da actividade de comercialização	31
3.4 Eficiência Energética.....	32
3.5 Planeamento de Recursos Integrado (IRP) e as Técnicas DSM.....	36
Capítulo 4	38
4. Simulador de comercialização horária de energia eléctrica para consumidores domésticos	39
4.1 O Simulador	39
4.2 Traços Gerais do Funcionamento do Simulador	40
4.3 Descrição	43
4.4 Modelo Matemático.....	47
Capítulo 5	53
5. Simulações	54
5.1 Simulação 1	55
5.2 Simulação 2	60
5.3 Simulação 3	63
5.4 Simulação 4	65
5.6 Simulação 6	72
5.7 Simulação 7	76
Capítulo 6	79
6. Conclusão	80
Anexos.....	82
Transcrição da Directiva n.º 2003/54/CE	84
Factura da electricidade	86
Manual de utilização do simulador	86
Manual de utilização do simulador	87

Índice de Figuras

Figura 1 – Gráfico da Estrutura de Propriedade do Sector Eléctrico do EUA nos anos 70.	14
Figura 2 – Fluxograma representativo da Estrutura Verticalmente Integrada no sector eléctrico.	15
Figura 3 – Fluxograma representativo da Organização do Sector Eléctrico Nacional (SEN).	18
Figura 4 – Gráfico da Capacidade Instalada em Portugal.	20
Figura 5 – Gráfico da Produção Anual em Portugal.	20
Figura 6 – Gráfico do Comprimento do Sistema de Transmissão.	21
Figura 7 – Mapa com a localização dos pontos de interligação entre Portugal e Espanha.	22
Figura 8 – Gráfico da evolução do número total de clientes em Portugal Continental.	25
Figura 9 – Gráfico da evolução do número de clientes elegíveis – Portugal Continental	25
Figura 10 – Gráfico da evolução total de clientes e do número de clientes elegíveis.	27
Figura 11 – Esquema de agregação de clientes a um comercializador.	29
Figura 12 – Fluxograma das relações entre as diferentes entidades do sector eléctrico e o consumidor final.	30
Figura 13 – Consumo de energia final em 1996.	33
Figura 14 – Consumo de energia final em 2001.	33
Figura 15 – Consumo de energia final em 2003.	34
Figura 16 – Fluxograma representativo do funcionamento geral do simulador.	41
Figura 17 – Gráfico exemplificativo da variação dos preços.	42
Figura 18 – Gráfico dos acertos para a hora 1.	43
Figura 19 – Gráfico do consumo típico utilizado para a simulação 1.	55
Figura 20 – Gráfico do Panorama Geral.	56
Figura 21 – Fotografia da interface exibindo preços por subir mais aliciantes que os preços descer.	56
Figura 22 – Fotografia da interface exibindo o preço pre-set mais baixo, após alteração do níveis de potência pretendida.	57
Figura 23 – Fotografia da interface exibindo novos valores após a realização do contrato.	58
Figura 24 – Gráfico elucidativo da alteração do Panorama Geral devido ao aumento de $\sum P_{\text{clientes}}$	58
Figura 25 – Fotografia da interface exibindo valores correspondentes ao Panorama Geral da Figura 24.	59
Figura 26 – Gráfico representativo do consumo inicial para os clientes dos cenários 1 e 2.	60
Figura 27 – Gráfico do Panorama Geral do dia 1.	61
Figura 28 – Gráfico de comparação entre o preço do kW pos-set e pre-set.	61
Figura 29 – Gráfico do Panorama Geral.	63
Figura 30 – Fotografia da interface exibindo preços por subir superiores aos preços por descer.	64

Figura 31 – Fotografia da interface exibindo o preço do Kw pre-set inferior ao preço do kW pos-set.	64
Figura 32 – Representação gráfica dos valores da tabela 3.	66
Figura 33 – Gráfico da evolução dos preços ao longo do mês.	67
Figura 34 – Custo total no dia 1.	68
Figura 35 – Representação gráfica do consumo de cada cliente pertencente ao grupo 1.	72
Figura 36 – Representação gráfica do consumo de cada cliente pertencente ao grupo 2.	73
Figura 37 – Representação gráfica do consumo de cada cliente pertencente ao grupo 3.	74
Figura 38 – Tabela do consumo de cada elemento pertencente ao grupo 4.	74
Figura 39 – Gráfico representativo dos consumos.	76
Figura 40 – Valores do último contrato.	77
Figura 41 – Custo diário do último contrato.	77
Figura 42 – Valores após o novo contrato.	77
Figura 43 – Custo diário após novo contrato.	78
Figura 44 – Botões para carregar as tarifas de cada mês.	87
Figura 45 – Botão para alterar o dia actual.	87
Figura 46 – Células a preencher com o consumo típico.	88
Figura 47 – Gráfico do consumo típico.	88
Figura 48 – Valores iniciais da potência adquirida pelo comercializador.	89
Figura 49 – Células relativas aos “Valores de Acerto”, “Preços de Variação de potência” e “Preços Utilizados no Cálculo”.	90
Figura 50 – Folha “Comercializador” (parte 1/2).	91
Figura 51 – Folha “Comercializador” (parte 2/2).	92
Figura 52 – Interface.	93
Figura 53 – Botões para variar a potência.	94
Figura 54 – Botão “Inicializar”.	94
Figura 55 – Botão “SET”.	95
Figura 56 – Botão para variar os dias.	95
Figura 57 – Zona relativa aos custos diário e mensal.	96
Figura 58 – Botão “SETs efectuados”.	97
Figura 59 – Interface onde o cliente pode visualizar o seu histórico.	97
Figura 60 – Zona relativa às despesas e ganhos horários e diários do comercializador.	99

Glossário

Comercializador – entidade que compra um pacote de potência no mercado ou directamente a um produtor e a vende aos seus clientes.

Celebração/Realização do Contrato – acto definido pela actuação do botão “SET”. Praticado pelo cliente quando pretende dar a conhecer ao comercializador que pretende uma determinada potência contratada a determinada altura;

Dia Actual – dia cronológico, que é definido na folha “Comercializador”

Desvio – diferença entre “ $P_{mercado}$ ” e “ $\Sigma P_{clientes}$ ” [kW];

Panorama Geral – representação gráfica das grandezas “ $P_{mercado}$ ” e “ $\Sigma P_{clientes}$ ”, para determinado dia do mês.

Potência Contratada – grandeza que representa o valor da potência adquirida pelo cliente para cada hora ou dia do mês [kW];

$P_{mercado}$ /Pacote de Potência – valor total da potência comprada directamente ao produtor, ou no mercado de energia, por parte do comercializador [kW];

Potência Pretendida – grandeza que representa o valor da potência que o cliente tenciona ter disponível, para consumir numa determinada hora [kW];

$\Sigma P_{clientes}$ – grandeza que corresponde ao somatório das potências contratadas de todos os clientes. Pode ser horária, diária ou mensal [kW];

Potência do Quadro – designação utilizada para designar o limite de potência máxima que cada cliente pode contratar. Equivale à potência contratada que é estabelecida nas facturas do quotidiano [kW];

Preço do kW pos-set – representa o preço do kW pago pelo cliente aquando da celebração do último contrato [cent€/kW];

Preço do kW pre-set – representa o preço a que o cliente vai pagar o kW após ter alterado os níveis de potência para os valores que pretende imediatamente antes da celebração do novo contrato [cent€/kW];

Sistema de Comercialização – nome atribuído ao conjunto formado pelo software de simulação e pelos aparelhos instalados em casa de cada cliente.

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1. Introdução

Pretende-se com a realização deste trabalho desenvolver um mecanismo de mercado no qual os consumidores têm a possibilidade de contratar, numa base horária, a potência que necessitam. Os consumidores estão agregados a um comercializador que compra um pacote de potência no mercado para lhes vender posteriormente.

A possibilidade de o consumidor contratar apenas a potência que necessita para determinadas horas permite-lhe uma considerável poupança, em termos monetários, pois apenas paga o que consome. Tome-se como exemplo um consumidor que vai de férias. Perante a possibilidade de definir o seu consumo, irá contratar o mínimo de potência possível de modo a reduzir a despesa durante o período em que estiver ausente. Este procedimento não é possível no actual sistema de mercado em que a despesa com a factura da electricidade é calculada, pelas entidades competentes, através de estimativas.

Após a realização de diversos contratos, troca de informação comercial e contratual entre o comercializador e o consumidor, o primeiro já dispõe de informação suficiente para fazer previsões de futuros consumos.

Desta forma o comercializador pode comprar um pacote de potência ($P_{mercado}$) com um valor próximo da soma das potências contratadas de todos os clientes ($\Sigma P_{clientes}$), evitando assim a compra de potência em excesso e consequentemente gastos desnecessários.

Os preços a que o comercializador adquire o pacote de potência influencia directamente os preços a que a potência é vendida aos consumidores. Como é sabido, os preços são mais elevados nas horas de ponta do que nas horas de vazio. Assim, visto que os consumidores podem definir a potência contratada para cada hora, é de prever que desloquem os seus consumos para as horas de vazio, onde o preço da potência é mais baixo. Assim, estamos a actuar nos diagramas de consumo e ao mesmo tempo a educar os consumidores de maneira a que estes façam uma utilização mais racional e inteligente da energia.

Perante isto, podemos dizer que este mecanismo de mercado é uma técnica DSM pura que trás vantagens para as empresas do sector, para os consumidores e para a sociedade em geral. Trás vantagens para as empresas do sector pois permite adiar

investimentos em novos equipamentos, diminuir os custos de operação e maximizar o factor de utilização dos equipamentos. Relativamente aos consumidores, a principal vantagem é a redução da factura da energia. Ao reduzirem-se os consumos de energia, reduz-se a dependência energética do exterior e ao mesmo tempo as emissões de poluentes, como o dióxido de carbono, óxidos de azoto e poeiras, com impactes negativos sobre a qualidade do ar, o efeito de estufa e a saúde humana.

Assim, para além do investimento em fontes de energia renováveis, a redução da dependência de energias primárias de origem fóssil como o petróleo e o carvão, provindas maioritariamente do exterior passa também por uma consciencialização dos consumidores e conseqüente redução do consumo de energia.

CAPÍTULO 2

O SECTOR ELÉCTRICO NO PASSADO

O SECTOR ELÉCTRICO PORTUGUÊS

MARCOS NA EVOLUÇÃO DO SISTEMA ELÉCTRICO PORTUGUÊS

BREVE CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA ELÉCTRICO PORTUGUÊS

2. O Sector Eléctrico

2.1 O sector eléctrico no passado

Foi nos finais do século XIX que se iniciou a actividade de produção, transporte e distribuição de electricidade e, desde então, o sector eléctrico conheceu inúmeras transformações.

Inicialmente o sector eléctrico possuía uma arquitectura formada por redes eléctricas de pequena potência e extensão geográfica devido em parte ao reduzido valor das potências de carga envolvidas e em parte devido às tecnologias disponíveis. À medida que as potências de carga foram aumentando, e à medida que começaram a ser adoptadas diversas inovações tecnológicas, a extensão geográfica das redes e as potências começaram, também, a sofrer incrementos. Este processo, a par do aproveitamento de recursos hídricos muitas vezes disponíveis em locais afastados dos centros de consumo, originou a construção de redes de transporte de energia eléctrica envolvendo distâncias e níveis de energia cada vez mais elevados. Esta evolução levou à passagem de pequenos sistemas para grandes sistemas eléctricos, envolvendo investimentos cada vez mais significativos e cobrindo extensões geográficas crescentes, coincidindo, com frequência, com o território de um país. Este movimento foi, em seguida, acompanhado pela progressiva interligação dos sistemas eléctricos nacionais por razões relacionadas com a obtenção de uma segurança de exploração e estabilidade mais elevadas, ou seja por razões de foro técnico.

Quanto à estrutura de propriedade, o sector eléctrico de diferentes países possuía características bastante distintas. Por exemplo, por volta da década de 70 nos Estados Unidos da América a estrutura de propriedade do sector eléctrico assumia a seguinte distribuição.

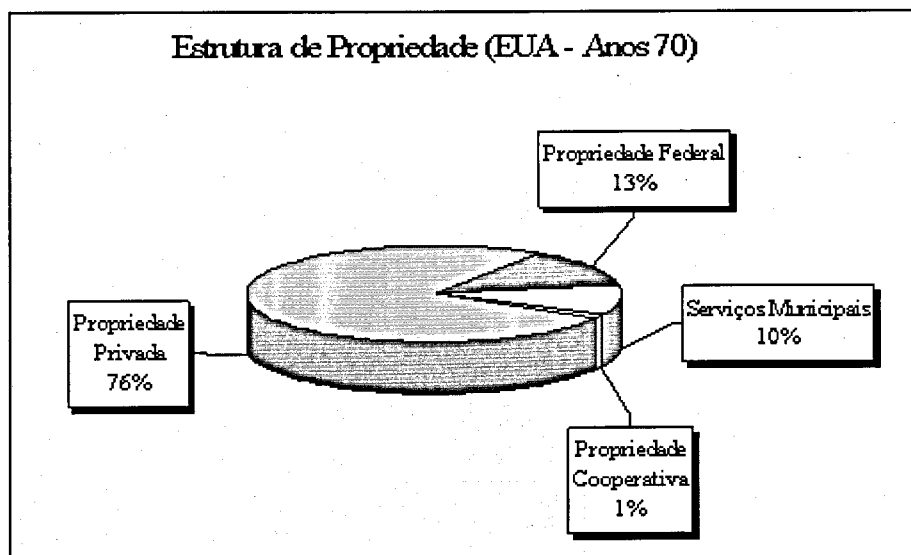


Figura 1 – Gráfico da Estrutura de Propriedade do Sector Eléctrico do EUA nos anos 70.

Finda a 2ª Guerra Mundial, deu-se em diversos países europeus a nacionalização do sector eléctrico no âmbito da assunção das obrigações de serviço público relacionadas com a finalização do esforço da electrificação. Em Portugal o sector eléctrico manteve-se organizado em termos de concessões privadas até ao ano de 1975, ano em que ocorreu a nacionalização e integração vertical do sector com a constituição da EDP. Outros países houve, como é o caso da Espanha e da Alemanha, que mantiveram a estrutura do sector eléctrico em termos de concessões privadas responsáveis pela produção, transporte e distribuição de energia eléctrica.

Embora o modelo de propriedade adoptado (público ou privado) e o número de empresas em actividade no sector eléctrico de cada país diferisse, é possível identificar na organização da indústria eléctrica duas linhas de tendência comuns:

- As empresas apresentavam uma estrutura verticalmente integrada, ou seja integravam as áreas de produção, transporte e distribuição da energia eléctrica;

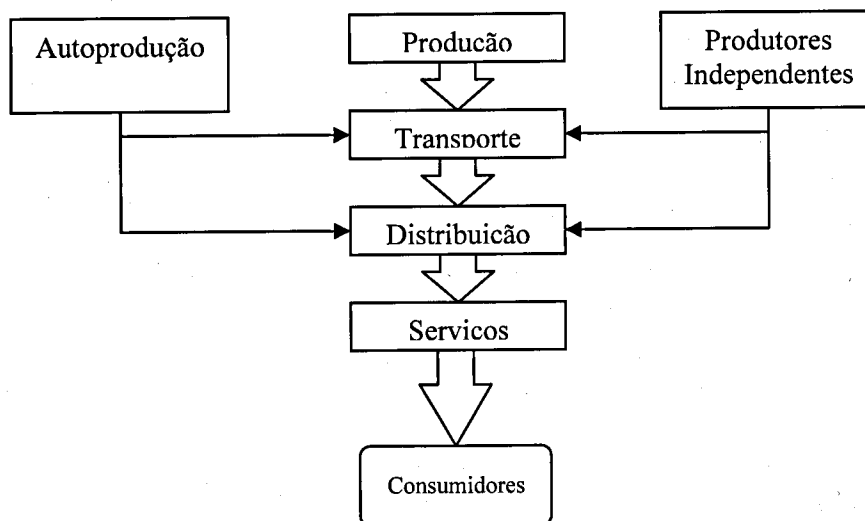


Figura 2 – Fluxograma representativo da Estrutura Verticalmente Integrada no sector eléctrico.

- Existiam áreas de concessão. Cada empresa possuía a sua área e um conjunto de clientes cativo, não existindo qualquer tipo de concorrência.

A organização do sector eléctrico conforme o apresentado em cima conduzia diversas consequências, como:

- os consumidores não podiam escolher a entidade com a qual se desejavam relacionar do ponto de vista comercial e técnico.
- os preços eram fixados de forma pouco clara;
- o sector eléctrico servia por vezes como amortecedor em períodos de crise económica;
- as actividades de planeamento eram realizadas de forma centralizada.

2.2 O Sector Eléctrico Português

2.2.1 Marcos na evolução do sistema eléctrico português

O actual modelo organizativo do Sistema Eléctrico Nacional (SEN) começou a ser delineado nos finais da década de 80, época que estabeleceu a abertura do sector à iniciativa privada através da publicação do DL n.º 449/88, de 10 de Dezembro.

Outro momento chave ocorreu aquando da publicação dos Decretos Lei 182 a 187/95 nos quais ficaram estabelecidas as bases da organização do SEN e os princípios que enquadram o exercício das actividades de produção, transporte, distribuição, cogeração e regulação deste sector.

Na Directiva Comunitária 96/92/CE, publicada a 19 de Dezembro de 1996, foram estabelecidas as regras comuns para o mercado interno de electricidade, que entraram em vigor a 19 de Fevereiro de 1997. Esta Directiva, foi o resultado de negociações entre os Estados Membros da União Europeia e obrigou a rever a legislação de 1995, o que foi feito no Dec. Lei 56/97. Decreto este que veio também introduzir modificações no novo modelo decorrente do processo de privatização da EDP.

A parte processual foi, por sua vez, complementada com a aprovação pela ERSE- Entidade Reguladora do Serviços Energéticos, em 29 de Fevereiro de 2000, dos Manuais de Procedimentos (M. P.) propostos pela REN (M. P. do Gestor do Sistema, M. P do Gestor de Ofertas e M. P do Agente Comercial do SEP), os quais completam assim o edifício legal subjacente ao modelo organizativo do sector eléctrico que está presentemente em vigor.

O edifício legislativo foi complementado por um conjunto de sete regulamentos, quatro da responsabilidade da ERSE (Regulamento Tarifário, Regulamento de Relações Comerciais, Regulamento do Despacho e Regulamento de Acesso às Redes e às Interligações), e três da responsabilidade da DGE - Direcção Geral de Energia (Regulamento da Rede de Transporte, Regulamento das Redes de Distribuição e Regulamento da Qualidade de Serviço).

2.2.2 Organização do Sector Eléctrico Nacional (SEN)

O Sistema Eléctrico Nacional (SEN) está estruturado em dois subsistemas: o SEP (Sistema Eléctrico de Serviço Público) e o SEI (Serviço Eléctrico Independente).

O SEP é o subsistema do SEN que tem como função assegurar, em Portugal continental, a satisfação das necessidades dos consumidores de energia eléctrica, em regime de serviço público. As entidades que pertencem ao SEP são: os produtores vinculados, a entidade concessionária da rede nacional de transporte, os distribuidores vinculados e os clientes vinculados.

O SEI é o subsistema do SEN que funciona sem obrigações de serviço público e é constituído por: sistema eléctrico não vinculado (SENV), produtores de energia eléctrica a partir de aproveitamentos hidroeléctricos até 10MVA de potência aparente instalada, produtores de energia eléctrica a partir de energias renováveis, produção de energia eléctrica em instalações de cogeração.

A regulação do sector eléctrico cabe à ERSE, que também é responsável pela regulação do mercado do gás natural. A ERSE é uma pessoa colectiva de direito público, dotada de autonomia administrativa e financeira e de património próprio, que se rege pelos seus estatutos aprovados pelo Decreto-lei nº97/2002, de 12 de Abril. É independente no exercício das suas funções, no quadro lei, sem prejuízo dos princípios orientadores da política energética fixados pelo governo, nos termos constitucionais e legais, e de todos os actos sujeitos a tutela ministerial nos termos da lei e dos seus estatutos.

A organização do sector eléctrico nacional está esquematizada na figura seguinte.

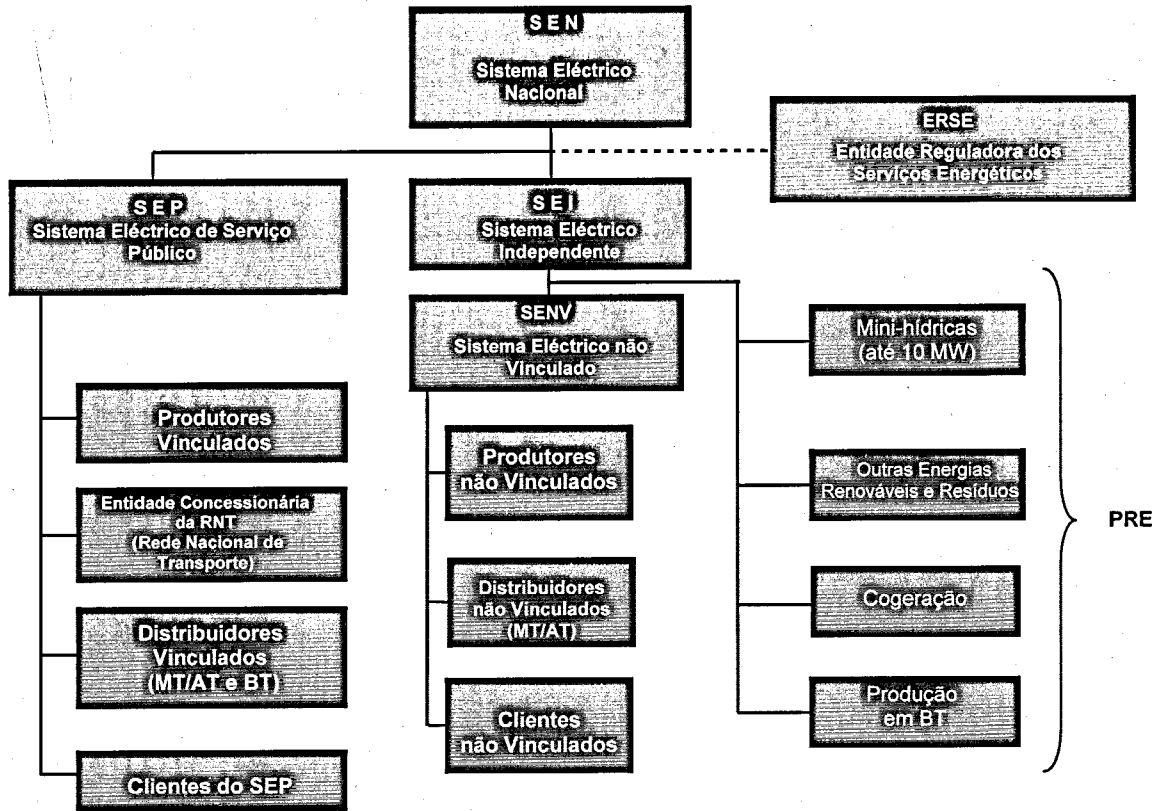


Figura 3 – Fluxograma representativo da Organização do Sector Eléctrico Nacional (SEN).

2.2.3 Breve caracterização do sistema eléctrico português

Em Portugal a produção de energia eléctrica é dominada pela produção hídrica e térmica. A produção eólica contribui também para a produção nacional de energia eléctrica, mas de forma menos significativa.

A maior parte da energia eléctrica produzida no nosso país provém de aproveitamentos térmicos, que recorrem maioritariamente ao carvão, ao gás natural e ao fuelóleo. Este facto realça a enorme dependência energética face ao exterior, visto que não dispomos dos recursos naturais próprios utilizados neste tipo de produção. Anualmente as centrais térmicas produzem cerca de 35057GWh, que correspondem a aproximadamente 84% da energia total produzida no nosso país.

A quantidade de energia eléctrica produzida, a partir de aproveitamentos hídricos, é fortemente dependente das afluências hidrológicas, não sendo desta forma um recurso totalmente controlável. Anualmente os aproveitamentos hídricos instalados no nosso país produzem 12% da energia total produzida, cerca de 4928GWh.

A produção eólica representa apenas 4% da produção anual, cerca de 1730GWh.

Sistema de Produção:

- Capacidade Eólica: 862 MW
 - Capacidade Hídrica: 4913 MW
 - Capacidade Térmica: 6990 MW
 - Capacidade Total: 12765 MW
-

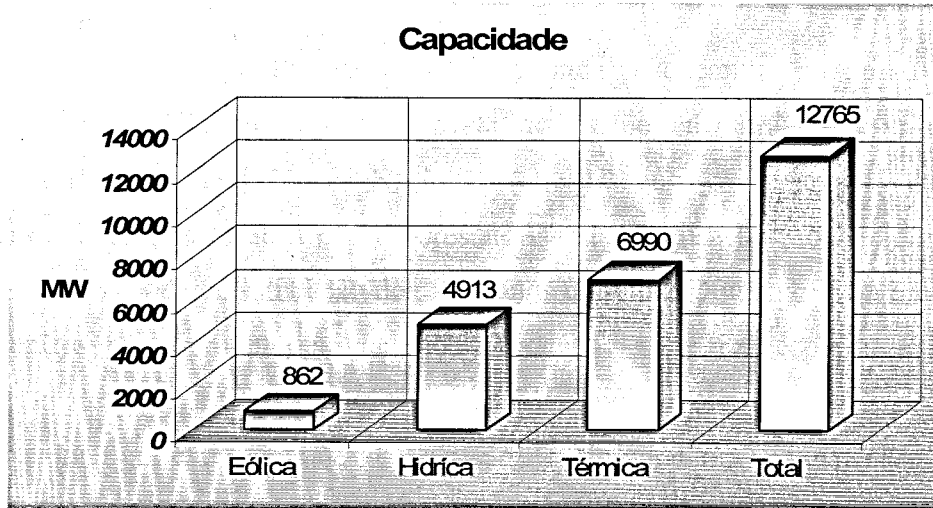


Figura 4 – Gráfico da Capacidade Instalada em Portugal.

- Produção Eólica: 1730 GWh
- Produção Hídrica: 4928 GWh
- Produção Térmica: 35057 GWh

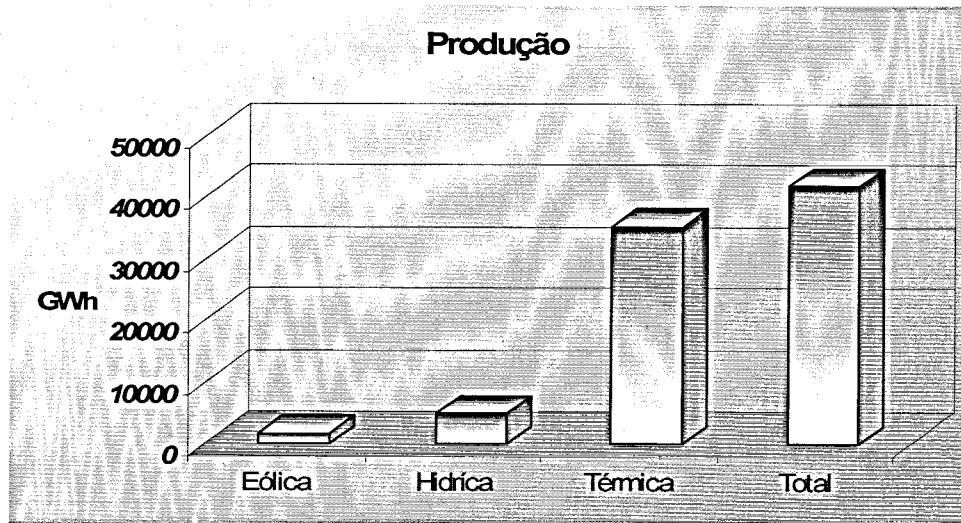


Figura 5 – Gráfico da Produção Anual em Portugal.

Sistema de Transporte:

A actividade de transporte de energia ainda se encontra, no nosso país, em regime de monopólio. A concessão desta actividade encontra-se neste momento entregue à REN (Rede Eléctrica Nacional), que assegura o escoamento da energia eléctrica desde os centros electroprodutores até às redes de distribuição.

A necessidade de satisfação dos consumos crescentes, que motivam a ligação de novos centros electroprodutores, incluindo a produção em regime especial, e de novas subestações de entrega à distribuição é responsável pela evolução da rede nacional de transporte, quer em extensão, quer em capacidade. No entanto a sua expansão tem sido condicionada por questões ambientais e de ordenamento do território, pelo que, numa tentativa de redução de impactes ambientais tem sido privilegiada a remodelação, reconstrução ou reforço de instalações existentes

A transmissão de energia no nosso país é efectuada em três níveis de tensão: 150, 220 e 400 kV. É possível observar os comprimentos das linhas referidas na figura seguinte.

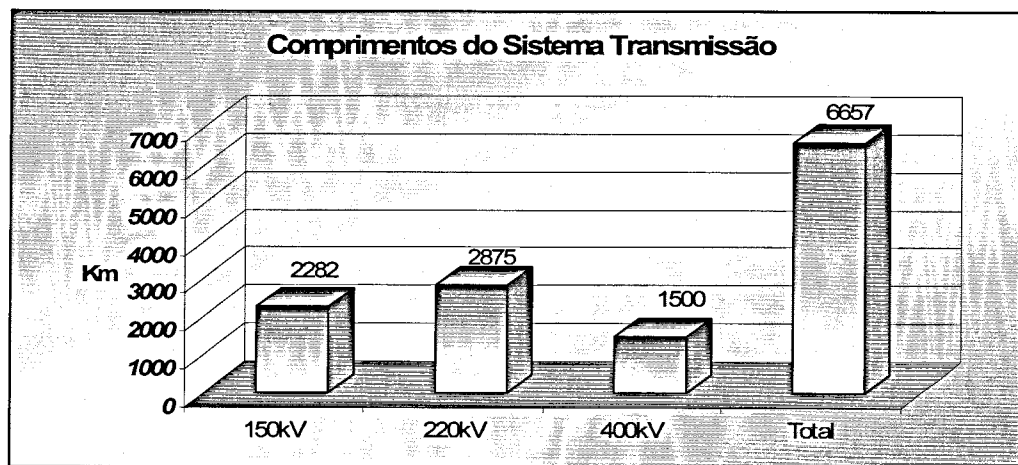


Figura 6 – Gráfico do Comprimento do Sistema de Transmissão.

Interligações com Espanha:

As trocas de energia eléctrica com Espanha são asseguradas por 10 linhas de transporte de energia, 4 com tensão nominal de 400kV e as restantes 6 com tensão nominal de 220kV.

As linhas de 400kV efectuam a ligação entre:

- Alto Lindoso-Cartelle1
- Alto Lindoso-Cartelle2
- Pego-Cedilho-Falageira
- Ferreira do Alentejo-Balboa-Alqueva

As linhas de 220kV efectuam a ligação entre:

- Bemposta-Aldeadávila (duas linhas)
- Pocinho-Saucelle
- Pocinho-Aldeadávila
- Elvas-Badajoz
- Barrancos-Encinasola

É possível observar as interligações acima referidas na figura apresentada a seguir:

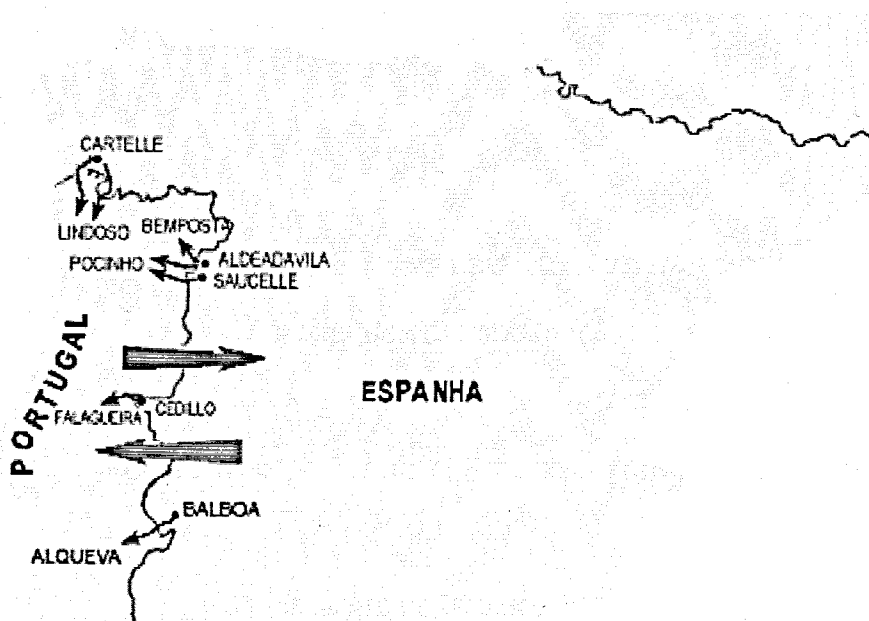


Figura 7 – Mapa com a localização dos pontos de interligação entre Portugal e Espanha.

CAPÍTULO 3

A LIBERALIZAÇÃO DO MERCADO DE ELECTRICIDADE

CONSEQUÊNCIA DA LIBERALIZAÇÃO DO MERCADO DE ELECTRICIDADE

ACTIVIDADE DE COMERCIALIZAÇÃO

PERSPECTIVAS/ESTRATÉGIAS DE NEGÓCIO DA ACTIVIDADE DE COMERCIALIZAÇÃO

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

PLANEAMENTO DE RECURSOS INTEGRADO (IRP) E AS TÉCNICAS DSM

3. Contextualização

3.1 A Liberalização do Mercado de Electricidade

Na maior parte dos países europeus, o processo de liberalização do mercado de electricidade foi efectuado de forma faseada, tendo começado por incluir os clientes de maiores consumos e níveis de tensão mais elevados.

Em Portugal foi seguida uma metodologia idêntica, tendo a abertura de mercado sido efectuada de forma progressiva entre 1995 e 2004. Apesar da abertura do mercado se ter efectuado no ano de 1995, foi apenas no ano de 2000 que se sentiram os primeiros efeitos da liberalização, mas foi em 2002 quando o acesso ao SENV passou a abranger todos os clientes excepto os ligados em Baixa Tensão, que se verificou um aumento muito significativo do número de clientes no mercado liberalizado.

O ano de 2004 encontra-se associado à completa abertura do mercado português de energia eléctrica, consubstanciada na extensão da elegibilidade aos clientes em BTE (Decreto-Lei n.º 36/2004, de 26 de Fevereiro) e de BTN (Decreto-Lei n.º 192/2004, de 17 de Agosto).

A evolução entre 1999 e 2004 do número total de clientes em Portugal continental e do número de clientes elegíveis para acesso ao SENV é apresentada, respectivamente, na Figura 8 e na Figura 9.

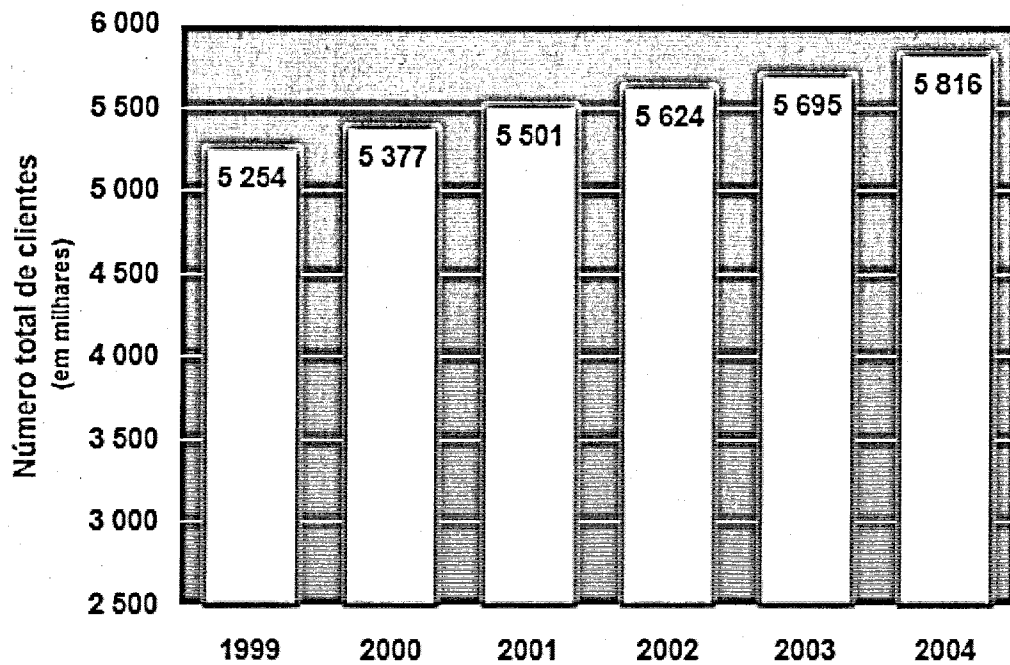


Figura 8 – Gráfico da evolução do número total de clientes em Portugal Continental.

Nota: Os valores de 1999 a 2002 são reais e a fonte é a EDP Distribuição; Os valores de 2003 e de 2004 decorrem de estimativa apresentada para efeitos de fixação das tarifas de energia eléctrica.

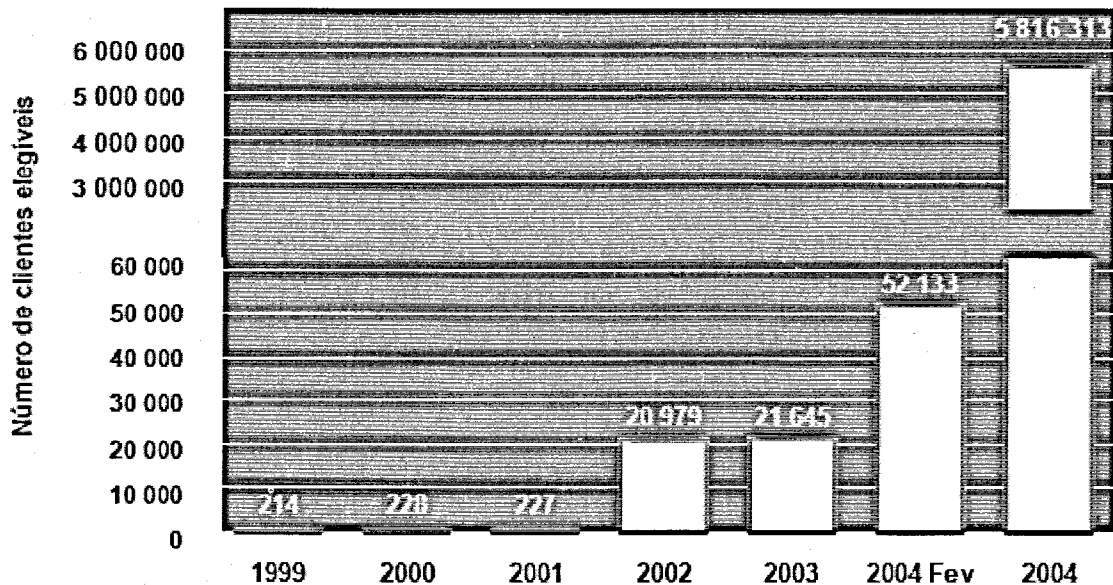


Figura 9 – Gráfico da evolução do número de clientes elegíveis – Portugal Continental

Nota: o valor de Fevereiro de 2004 (2004 Fev) considera a abertura do mercado aos clientes em BTE e o valor relativo a 2004 reporta a final do ano e já incorpora o efeito da abertura do mercado a todos os clientes em Portugal continental, legalmente estabelecida durante o mês de Agosto desse ano. A figura apresenta uma descontinuidade de escala, derivada da diferente magnitude dos números apresentados.

O número total de clientes, conforme está patente na Figura 8, apresenta, entre 1999 e 2004, um crescimento médio anual de cerca de 2,1%, registando-se um aumento de aproximadamente 560 mil clientes durante aquele período.

A evolução do número de clientes elegíveis em Portugal continental, patente na Figura 9, reflecte a alteração ocorrida entre 2001 e 2002 quanto ao critério de elegibilidade dos clientes que podem obter o estatuto de cliente não vinculado. Com o critério que vigorava até 2001, assente numa quantidade mínima de energia consumida anualmente, o número de clientes elegíveis manteve-se num intervalo entre 214 e 228, registando poucas alterações naqueles três anos.

A partir de 2002, com a possibilidade de qualquer cliente em MT, AT ou MAT com consumo previsto ou efectivo não nulo poder solicitar o estatuto de cliente não vinculado e aderir ao SENV, o número de clientes elegíveis registou um incremento muito significativo, situando-se acima de 20 mil, conforme apresentado na Figura 9. Este número mais do que duplica com a abertura do mercado aos clientes em BTE, legalmente verificada em Fevereiro de 2004 e atinge o número total de clientes com abertura aos clientes de BTN ainda antes do final deste último ano.

A Figura 10 apresenta a evolução do número total de clientes e do número de clientes elegíveis, bem como a evolução do peso relativo do número dos clientes que podem livremente escolher o seu comercializador de energia eléctrica no conjunto dos clientes de energia eléctrica em Portugal continental. Nesta mesma figura, pode observar-se que, pese embora a evolução do número de clientes elegíveis seja significativa de 2001 para 2002 (quando a regra de elegibilidade passou a abarcar todos os clientes em MT, AT e MAT de consumo não nulo) e em Fevereiro de 2004 (quando se processou a abertura do mercado aos clientes em BTE), o peso relativo destes no número total de clientes mantém-se baixo, não ultrapassando o valor de 1%. Como seria de esperar, esta situação só se altera com a abertura do mercado aos clientes em BTN, expressa nos valores de final de 2004, já que a partir de Agosto todos os clientes de energia eléctrica em Portugal continental se tornaram legalmente elegíveis.

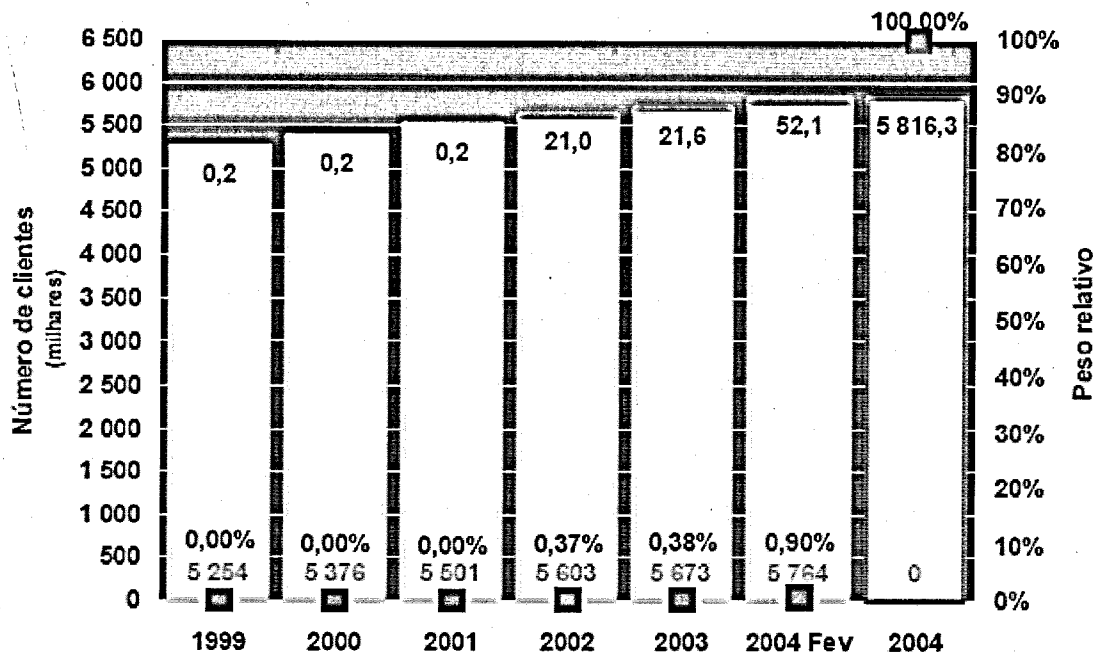


Figura 10 – Gráfico da evolução total de clientes e do número de clientes elegíveis.

Segundo os termos estabelecidos na Directiva n.º 2003/54/CE, a partir de 1 de Julho de 2007 todos os consumidores de energia eléctrica poderão escolher livremente o seu comercializador de energia eléctrica.

3.2 Consequência da liberalização do mercado de electricidade

A liberalização do mercado português de electricidade terá consequências positivas para os consumidores nos vários níveis de tensão - empresas e particulares, sendo esperado um aumento da concorrência. Este aumento cria condições para uma melhoria na qualidade de serviço, diversidade de produtos, possibilidade de oferta de produtos combinados (gás e electricidade, por exemplo) aspecto a que deverá corresponder uma maior satisfação dos consumidores de energia eléctrica. Simultaneamente, o mercado livre tenderá para uma maior aproximação aos preços praticados no país vizinho, esperando-se uma redução nas tarifas.

3.3 Actividade de comercialização

Mediante esta nova arquitectura de mercado todos os consumidores, inclusivé os domésticos, terão a possibilidade de escolher livremente os seus comercializadores de energia eléctrica. Estes terão um carácter independente e estarão agregados a um distribuidor, tendo apenas uma função de comercialização, junto do consumidor final. O número de clientes de cada comercializador estará apenas limitado pela capacidade de persuasão de cada comercializador junto dos consumidores finais para aderirem ao seu serviço.

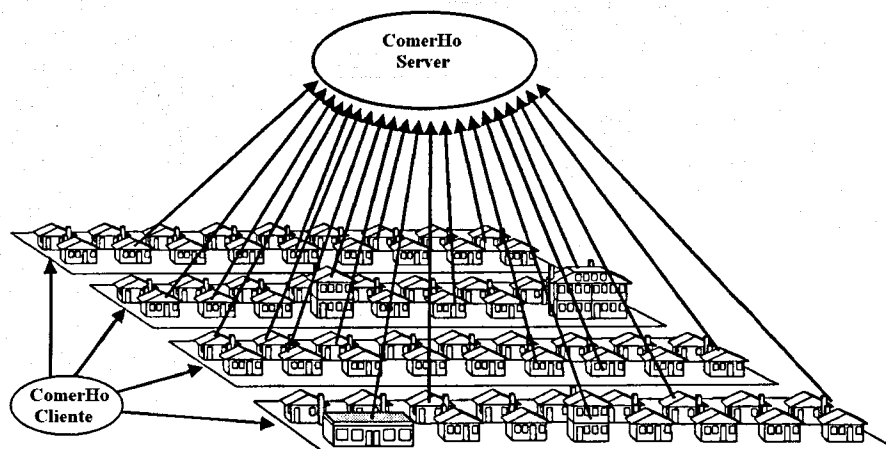


Figura 11 – Esquema de agregação de clientes a um comercializador.

As actividades de transporte e distribuição serão as únicas actividades do sector eléctrico a funcionar em regime de monopólio, estando as outras actividades do sector eléctrico, produção e comercialização, abertas à concorrência. A configuração básica das relações entre as diferentes entidades das três actividades do sector eléctrico e o consumidor final está representada na figura seguinte.

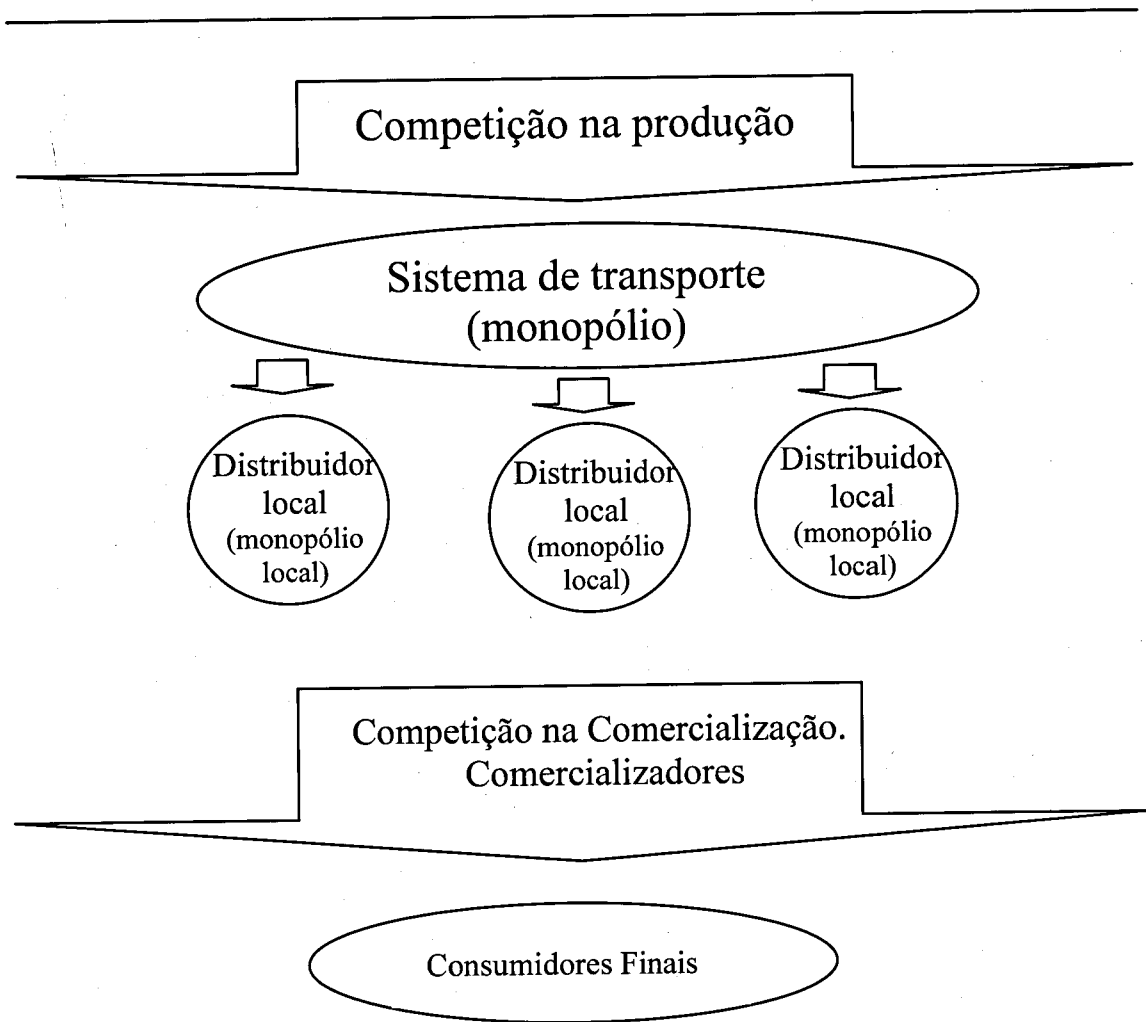


Figura 12 – Fluxograma das relações entre as diferentes entidades do sector eléctrico e o consumidor final.

3.3.1 Perspectivas/Estratégias de Negócio da actividade de comercialização

A comercialização de energia junto dos consumidores domésticos perspectiva-se como uma área de negócio sujeita a elevada competitividade e com margem de lucro reduzida. Esta margem define a continuidade, ou não, dos comercializadores no exercício da actividade de comercialização de energia junto dos consumidores. O possível bom desempenho dos comercializadores no mercado está directamente associado ao número de consumidores que a ele estão agregados e o produtor com o qual está relacionado.

No que respeita à angariação de clientes possível, as melhores estratégias consistem na utilização de serviços promocionais, com maior ênfase das actividades de promoção, e na especialização da prestação do serviço em causa. Esta especialização pode ser levada a cabo através da utilização de, por exemplo, softwares de monitorização dos consumos e de simuladores de comercialização que optimizem as margens de lucro.

3.4 Eficiência Energética

A Utilização Racional de Energia (URE) consiste num conjunto de acções e medidas, que têm como objectivo a melhor utilização da energia. A URE é cada vez mais um factor importante de economia energética e redução de custos, tanto no sector doméstico como no sector de serviços e industrial.

URE nos sectores de serviços e industrial

Em 1996, os sectores de serviços e industrial juntos representavam a maior percentagem de consumos em energia final, com cerca de 41%, os serviços com 9% e o sector industrial com 32%.

Através de acções de sensibilização junto de responsáveis e de funcionários com o objectivo de promover uma utilização adequada dos equipamentos e da energia, é possível reduzir consumos e gastos desnecessários, resultantes de iluminação e aquecedores ligados desnecessariamente, utilização de aparelhos de climatização com portas e/ou janelas abertas, etc., assim como o investimento em equipamentos e máquinas mais eficientes.

URE no sector doméstico

No ano 1996, o consumo de energia no sector doméstico representava uma fatia que se situava perto dos 13% do consumo energético total em Portugal. Apesar deste valor ser ainda baixo, comparativamente com a média Europeia (25%), devido essencialmente à baixa taxa de posse de equipamentos consumidores, verificou-se na última década um crescimento significativo do consumo de energia no sector doméstico que ronda os 3% por ano.

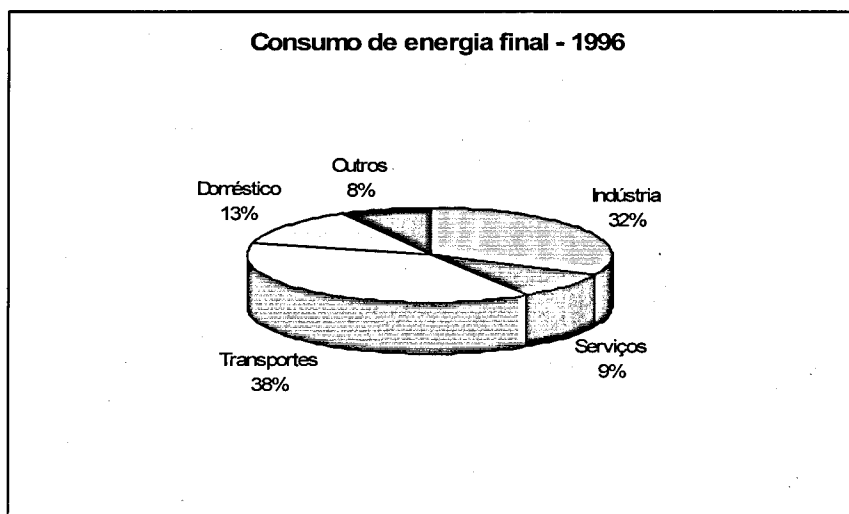


Figura 13 – Consumo de energia final em 1996.

O consumo de energia no sector residencial em Portugal tem apresentado um crescimento acentuado nos últimos anos, representando em 2001 cerca de 16% do consumo nacional em energia final, sendo o terceiro sector mais energívoro.

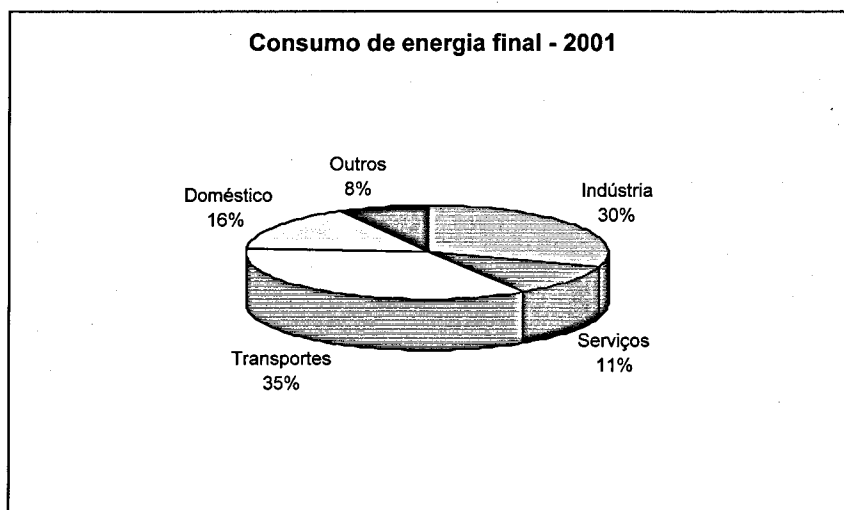


Figura 14 – Consumo de energia final em 2001.

Até 2003, o consumo de energia no sector residencial manteve-se constante.

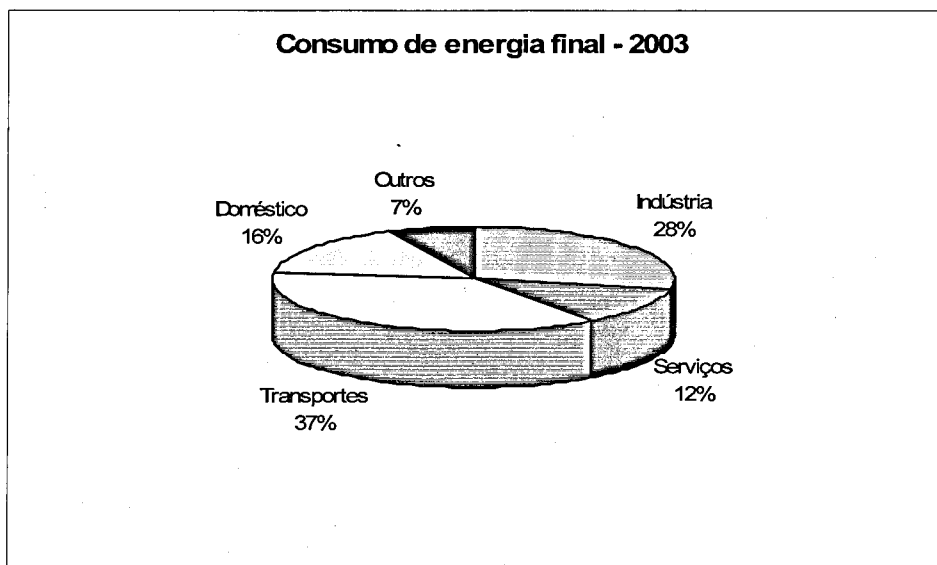


Figura 15 – Consumo de energia final em 2003.

Actualmente, o panorama de consumos e despesas não se afasta muito do verificado em 1996, sendo de ressaltar a introdução do gás natural, que no entanto não alterou significativamente aquela estrutura. Assim, a preponderância do consumo de energia eléctrica no sector residencial tem-se acentuado, verificando-se um crescimento nas duas últimas décadas (1980-2000) a uma taxa média anual de cerca de 7%, superior à verificada para as restantes fontes energéticas. Em consequência, o consumo de electricidade nas habitações portuguesas no ano 2000 foi de 10.056 GWh, enquanto que em 1980 era de apenas 3.395 GWh. Este facto deve-se essencialmente ao aumento do rendimento disponível das famílias acompanhado de uma procura crescente da melhoria das condições de conforto, com repercussões directas no aumento do parque de electrodomésticos instalados. Relativamente a estes, o mercado nacional tem apresentado uma enorme diversidade de modelos com eficiências muito distintas, o que tem contribuído para um crescimento desnecessário dos consumos energéticos.

Para o futuro prevê-se um progressivo aumento do consumo de energia eléctrica, daí a importância da eficiência energética dos aparelhos consumidores.

A redução dos consumos globais de energia e dos custos associados é um objectivo individual e colectivo e pode ser atingido mediante uma utilização mais racional e inteligente dos equipamentos consumidores de energia. Para tal, é necessário implementar medidas e acções que podem traduzir-se em significativas poupanças energéticas e económicas.

3.5 Planeamento de Recursos Integrado (IRP) e as Técnicas DSM

A necessidade do planeamento de geração de energia eléctrica é determinada, entre outros factores, pelos elevados investimentos de capital requeridos, fiabilidade do sistema produtor e considerações ambientais.

O planeamento de expansão de um sistema de geração de energia eléctrica deve considerar aspectos como os custos de investimento e de operação, e o impacto ambiental, bem como outras questões de natureza técnica e económica.

O conceito *IRP - Integrated Resource Planning* - designa o processo de planeamento no qual as opções do lado da oferta e da procura são planeadas, implementadas e avaliadas de modo a fornecer o serviço energético a um custo que equilibre o interesse de todos os intervenientes: consumidor, operador e sociedade. A aplicação do conceito IRP envolve a economia da energia e a gestão da carga, como possíveis alternativas para a expansão da capacidade do lado da oferta.

Devido à incerteza que o futuro nos oferece relativamente aos preços de combustível, custos de construção, fiabilidade e regulamentação ambiental, incorporou-se o conceito de *DSM - Demand Side Management* - no planeamento de recursos. A aplicação dos programas DSM influencia o uso da electricidade, de modo a satisfazer a procura com recursos mais eficientes e baratos, adiando mesmo os investimentos em novas unidades geradoras. Então, algumas das principais variáveis a ter em conta no conceito de DSM são por exemplo:

- A potência de ponta do diagrama;
- A energia do diagrama;
- O número de equipamentos de consumo;
- A eficiência dos equipamentos de consumo;
- A combinação de tipos e número de consumidores;
- Os comportamentos dos consumidores;
- A autoprodução.

A abordagem DSM envolve, para além do planeamento e análise das actividades dos operadores, a implementação dessas actividades no sentido de influenciar e actuar

nos padrões de consumo energético. As técnicas de DSM permitem portanto exercer diversas acções sobre os diagramas de consumo, tais como:

- Deslastre da ponta;
- Enchimento do vazio;
- Deslocamento de consumos da ponta para o vazio;
- Diminuição da energia consumida;
- Moldar o diagrama do agregado de consumidores.

Com isto, podemos afirmar que a DSM tem várias vantagens, tanto para as empresas do sector, como para qualquer consumidor final. Tem vantagens para as empresas do sector pois permite adiar investimentos em novos equipamentos, diminuir os custos de operação e maximizar o factor de utilização dos equipamentos. Relativamente aos consumidores, a DSM permite diminuir os valores da factura da energia e leva a uma consciencialização ambiental dos consumidores.

A nível nacional, o uso de DSM permite diminuir o consumo energético e melhorar a eficiência na utilização dos recursos nacionais, e evita a construção de novas infra-estruturas com impactos ambientais e sociais. Para tal, as técnicas de DSM baseiam-se fundamentalmente em:

- Técnicas de telecontagem e actuação remota sobre os consumos;
 - Estratégias de educação do consumidor;
 - Estratégias de comercialização de energia;
 - Estratégias de ordenamento e planeamento;
 - Estratégias sobre as tecnologias de consumo.
-

CAPÍTULO 4

O SIMULADOR

TRAÇOS GERAIS DO FUNCIONAMENTO DO SIMULADOR

DESCRIÇÃO DO SIMULADOR

MODELO MATEMÁTICO

4. Simulador de comercialização horária de energia eléctrica para consumidores domésticos

4.1 O Simulador

Com este simulador pretende-se desenvolver um novo mecanismo de mercado entre um comercializador e um consumidor doméstico em que este contrata determinado valor de potência para cada hora mediante as suas necessidades a um preço estabelecido pelo comercializador numa base horária.

Para tal criou-se um sistema gráfico computacional que simula, através de gráficos e processos de cálculo automático, a realização da actividade de fornecimento de energia a consumidores domésticos e proporciona a estes a possibilidade de definir o seu consumo horário.

As interfaces desenvolvidas permitem ao utilizador definir, as horas, os dias e o valor da potência contratada fornecendo a visualização de forma clara, de todas as informações necessárias ao utilizador.

A implementação de tal ferramenta apresenta-se como uma interessante forma de previsão da evolução e funcionamento do sistema de comercialização em tempo real a ser utilizado pelo comercializador e pelos seus clientes, que se pensa estar para muito breve dada a evolução registada na liberalização do mercado de electricidade.

4.2 Traços Gerais do Funcionamento do Simulador

Este simulador realiza a ligação contratual entre o comercializador e os clientes a ele agregados. O comercializador adquire junto de um produtor ou no mercado um pacote de potência, que será posteriormente distribuída pelos clientes mediante a realização de um contrato. Este contrato pode ser alterado pelo cliente sempre que este desejar. Ao alterar os valores de potência, o cliente tem informação proveniente do comercializador relativa aos preços por subir ou descer a potência. Estes preços, dependem do pacote de potência adquirido pelo comercializador e dos consumos verificados em cada hora.

O pacote de potência é adquirido a um dado preço e vendido aos clientes a preços calculados através de determinadas equações, que serão apresentadas mais adiante, que permitem ao comercializador obter uma certa margem de lucro. O cliente pode contratar qualquer valor de potência, desde que não exceda a potência do quadro, para qualquer hora e dia do mês. É favorável tanto para o cliente como para o comercializador que os contratos não sejam estabelecidos sempre no próprio dia mas sim com alguma antecedência. Isto permite ao comercializador obter uma melhor previsão da potência a adquirir no mercado para cada dia.

O montante a pagar pelo valor da potência contratada é calculado através das equações anteriormente referidas. Além deste valor, o cliente tem ainda que pagar a energia consumida.

É sempre necessário ter em atenção o dia actual, que é definido pelo utilizador na folha "Comercializador". Uma vez passado esse dia, o cliente apenas pode consultar o histórico desse dia onde estão guardados os valores de potência, energia e preços que foram estabelecidos no acto de celebração do contrato. Nos dias seguintes ao "dia actual", o cliente tem a liberdade de celebrar os contratos que entender necessários para satisfazer as suas necessidades de consumo. Após a celebração de um contrato os preços por subir e por descer são automaticamente actualizados.

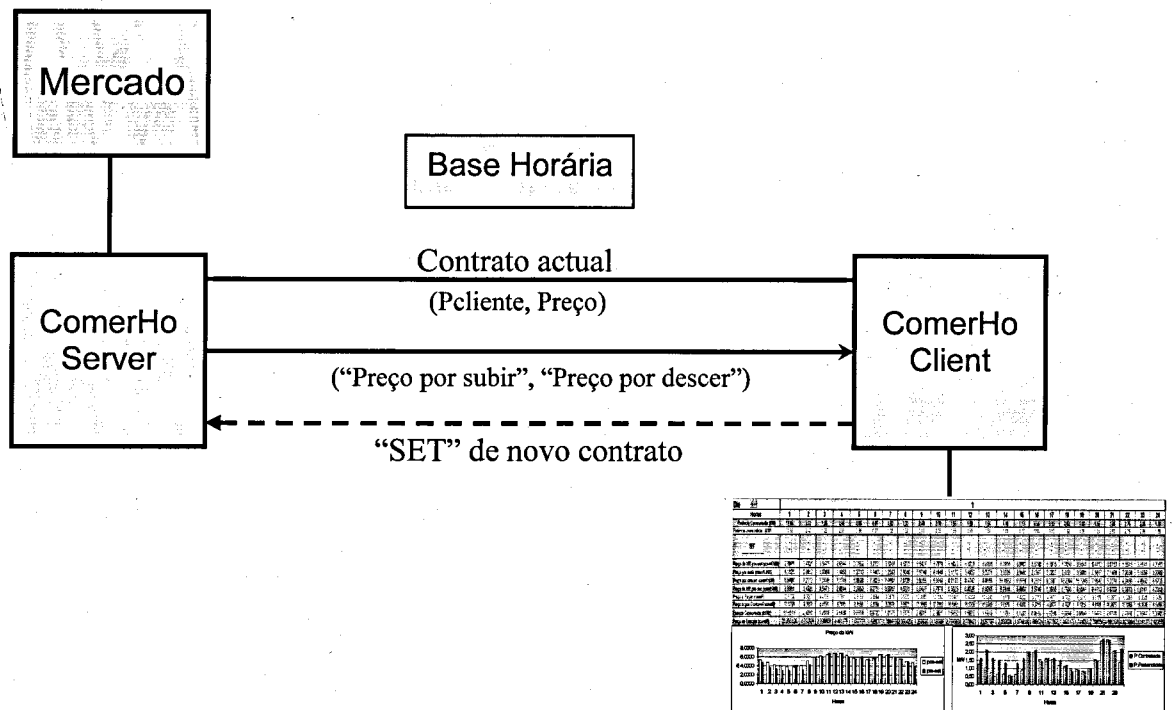


Figura 16 – Fluxograma representativo do funcionamento geral do simulador.

Um sistema deste tipo, permite aos consumidores distribuir melhor os seus consumos. Por exemplo, numa situação em que se estão a verificar consumos elevados, o comercializador, pode influenciar os consumidores a deslocarem os seus consumos para outras horas, mediante a oferta de preços para subir mais atractivos nas horas para as quais ele pretende deslocar os consumos e de preços para descer mais atractivos nas horas de consumo elevado.

Para melhor se perceber este funcionamento, vamos considerar uma situação em que o comercializador comprou um pacote de potência de determinado valor, para vender aos seus clientes. Ele pretende que os seus clientes consumam toda a potência que ele comprou de maneira a que ele não perca dinheiro. Por outro lado, ele não também não pretende que os seus clientes consumam mais do que essa potência que comprou pois nessa situação ele também vai perder dinheiro. Para tal, ele vai actuar nos preços tentando influenciar os seus clientes a consumirem em cada hora aquilo que ele pretende. Esta situação encontra-se ilustrada na figura 14.

Claro está que conseguir que os clientes consumam exactamente aquilo que ele comprou é uma situação muito difícil e muito pouco provável de ocorrer. No entanto, os preços de subir e de descer são estabelecidos de maneira a tentar chegar a essa situação. Quanto menor for o desequilíbrio entre “ $P_{mercado}$ ” e “ $\sum P_{clientes}$ ”, maior será o lucro do comercializador.

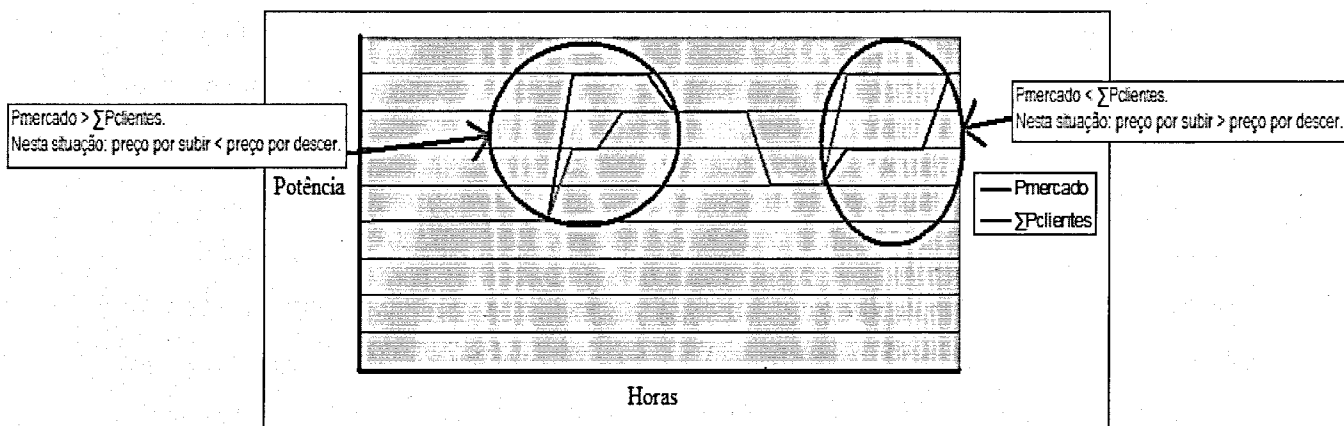


Figura 17 – Gráfico exemplificativo da variação dos preços.

4.3 Descrição

O simulador foi implementado recorrendo ao Microsoft Excel e utilizando o “Visual Basic” como linguagem de apoio. No total foram utilizadas 56 folhas de cálculo, entre as quais se encontram folhas que simulam o papel do comercializador, folhas que simulam o papel dos clientes e outras que albergam dados e resultados de apoio à simulação. Para correr o simulador foi considerado um universo de 50 clientes e 1 comercializador.

Folha “Acerto”

Nesta folha é apresentada a tabela do custo de acerto [cent€/kW] para todas as horas do dia, custo suportado pelos consumidores, que está directamente relacionado com a diferença entre $P_{mercado}$ e $\Sigma P_{clientes}$. Os valores do desvio presentes na tabela variam entre -200kW e 200kW, limites por nós estabelecidos, sendo que o custo atribuído para cada desvio foi previamente estabelecido com base nos preço base do kW. O custo de desvio para cada hora foi estabelecido de maneira a que a sua forma gráfica tivesse a seguinte configuração:

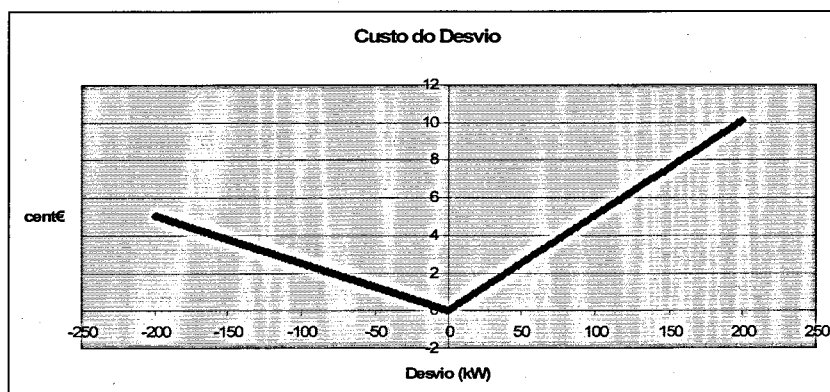


Figura 18 – Gráfico dos acertos para a hora 1

A entrada da tabela cujo valor do desvio é 0 kW corresponde à situação em que o consumo total dos 50 consumidores iguala o pacote de potência adquirido pelo comercializador.

Folha “Preços”

Esta folha apenas contém os preços de cada hora para cada dia dos meses utilizados nas diferentes simulações realizadas.

Folha “Comercializador”

Nesta folha é simulada a actuação do comercializador no sistema de comercialização. É nesta folha que é definido o dia da simulação, informação que também aparece nas folhas dos clientes que serão retratadas mais à frente. A tabela que aparece em grande plano é constituída essencialmente por 6 campos principais: o campo “Clientes”, o campo “Potência Comprada”, o campo “Potência Vendida”, o campo “Valores de Acerto”, o campo “Preços de Variação de Potência” e o campo “Preços Utilizados no Cálculo”. No campo “Clientes” são guardados os valores de potência contratados por cada cliente para as 24 horas de todos os dias do mês. No campo “Potência Comprada” estão os dados relativos à potência vendida aos clientes por hora e por dia, e também o montante que os 50 clientes vão pagar em cada hora ao longo do mês pela potência que contrataram. No campo “Potência Vendida” podem ser visto os dados relativos à aquisição de potência junto ao produtor para cada hora, o preço da potência adquirida, o valor total da potência adquirida para cada dia e o valor do desvio $P_{mercado} - \sum P_{clientes}$. No campo “Valores de Acerto” estão os valores do acerto, “ C_{A1} ” e “ C_{A2} ” que são retirados da tabela que se encontra na folha “Acerto”. No campo seguinte, “Preços de Variação de Potência”, é possível ver os preços que os clientes terão de pagar ao comercializador, para subir e para descer o valor da potência contratada. No último campo, “Preços Utilizados no Cálculo”, estão os preços que vão ser utilizados no cálculo do montante que cada cliente vai pagar pela potência contratada.

Folhas “C1”.....”C50”

Nestas folhas é simulada a actuação dos 50 clientes do sistema de comercialização. Nelas está contida toda a informação que o cliente necessita para efectuar a contratação de potência para cada uma das 24 horas de todos os dias do mês. No topo das folhas é visível a informação relativa ao dia actual, ao custo diário e mensal da potência e energia. Na interface gráfica é visível o controlo dos dias que permite seleccionar o dia para o qual o comercializador quer estabelecer os níveis de potência que pretende contratar. São também visíveis os controlos que permitem variar os níveis de potência para todas as horas do dia e o controlo através do qual é efectuada a celebração do contrato entre cliente e comercializador. A interface fornece também a informação relativa à “Potência Contratada”, à “Potência Pretendida”, ao “Preço do kW pos-set”, ao “Preço por subir”, ao “Preço por descer”, ao “Preço do kW pre-set”, ao “Preço a pagar”, ao “Preço a que comprei”, à “Energia Consumida” e ao “Preço da Energia”. Por baixo da interface existem 2 gráficos que facultam uma informação mais precisa dos consumos que o cliente pratica. No decorrer da simulação é ainda possível ter acesso a uma tabela na qual é guardada toda a informação relativa aos contratos celebrados

Folha “€ Potência”

Esta folha contém uma tabela que guarda os valores do montante que cada cliente vai pagar pela potência contratada em cada hora do horizonte temporal abrangido pelo simulador. No extremo direito da tabela acima referida são apresentados os resultados do “Total recebido por hora”, do “Total recebido por dia”, do “Total gasto por dia” e do “lucro” por parte do comercializador.

Folha “€ Energia”

Esta folha contém uma tabela que guarda os valores do montante que cada cliente vai pagar pela energia consumida em cada hora do horizonte temporal abrangido pelo simulador. No extremo direito da tabela em cima citada são apresentados os resultados do “Total recebido por hora” e o “Total recebido por dia” por parte do comercializador.

Folha “histórico”

Esta folha serve apenas para armazenar o preço do kW pre-set, aquando da realização dos contratos entre o comercializador e os clientes, que podem ser consultados durante o funcionamento do simulador.

4.4 Modelo Matemático

A fase de desenvolvimento do trabalho durante a qual foram estabelecidas as equações do modelo matemático sobre o qual assenta o funcionamento do simulador foi, sem dúvida, a fase mais crítica deste trabalho. O factor que mais contribuiu para isso foi a dificuldade em estabelecer equações que conduzissem a um equilíbrio aceitável entre o saldo do comercializador e a despesa dos clientes.

Nesta secção serão descritas e analisadas todas as equações implementadas e condições definidas, bem como as variáveis nelas envolvidas, através das quais funciona o simulador.

A condição que mais influencia o cálculo dos custos e preços relacionados com a contratação de potência, está relacionada com o estado do panorama geral.

Quando:

- $P_{\text{mercado}} > \sum P_{\text{clientes}}$ – situação em que o pacote de potência adquirido pelo comercializador é superior ao somatório das potências consumidas por todos os clientes. Nesta situação o “preço por subir” é mais baixo do que o “preço por descer” de forma a persuadir os clientes a aumentar os consumos. Perante este estado do panorama geral o aumento dos consumos é bom para o comercializador, pois nesta situação ele está a perder dinheiro, dado não está a vender todo pacote de potência adquirido.
 - $P_{\text{mercado}} < \sum P_{\text{clientes}}$ – situação em que o pacote de potência adquirido pelo comercializador é inferior ao somatório das potências consumidas por todos os clientes. Nesta situação o “preço por subir” é mais elevado do que o “preço por descer” de forma a persuadir os clientes a diminuir os consumos. Este estado do panorama geral é mau para o comercializador pois ele terá de adquirir outro pacote de potência e acarretará custos adicionais.
-

O preço por subir e o preço por descer são variáveis directamente dependentes do custo base, das variáveis α e β , ainda dos custos de acerto e ainda da situação do panorama geral.

Se $P_{mercado} > \Sigma P_{clientes}$, temos:

- preço por subir C_{S1}

$$C_{S1} = C_{Base} - \alpha \times C_{A1} \quad [\text{cent}\text{€}/\text{kW}]$$

onde:

C_{Base} - é o preço base referente a cada hora, retirado da tabela de preços presente na folha “Preços” [cent€/kW];

α - é uma variável de controlo que assume valores no intervalo [0;1];

C_{A1} - é o custo de acerto retirado da tabela presente na folha “Acerto” quando $P_{mercado} > \Sigma P_{clientes}$ [cent€/kW].

- preço por descer C_{D1}

$$C_{D1} = C_{Base} - \frac{C_{A1}}{\beta} \quad [\text{cent}\text{€}/\text{kW}]$$

onde:

C_{Base} - é o preço base referente a cada hora, retirado da tabela de preços presente na folha “Preços” [cent€/kW];

β - é uma variável de controlo que assume valores no intervalo [0;1];

C_{A1} - é o custo de acerto retirado da tabela presente na folha “Acerto” quando $P_{mercado} > \Sigma P_{clientes}$ [cent€/kW].

Se $P_{\text{mercado}} < \Sigma P_{\text{clientes}}$, temos:

- preço por subir C_{S2}

$$C_{S2} = C_{\text{Base}} + \frac{C_{A2}}{\beta} \quad [\text{cent}\text{€}/\text{kW}]$$

onde:

C_{Base} - é o preço base referente a cada hora, retirado da tabela de preços presente na folha “Preços” [cent€/kW];

β - é uma variável de controlo que assume valores no intervalo [0;1];

C_{A2} - é o custo de acerto retirado da tabela presente na folha “Acerto” quando $P_{\text{mercado}} < \Sigma P_{\text{clientes}}$ [cent€/kW].

- preço por descer C_{D2}

$$C_{D2} = C_{\text{Base}} - \alpha \times C_{A2} \quad [\text{cent}\text{€}/\text{kW}]$$

onde:

C_{Base} - é o preço base referente a cada hora, retirado da tabela de preços presente na folha “Preços” [cent€/kW];

α - é uma variável de controlo que assume valores no intervalo [0;1];

C_{A2} - é o custo de acerto retirado da tabela presente na folha “Acerto” quando $P_{\text{mercado}} < \Sigma P_{\text{clientes}}$ [cent€/kW].

Para determinar o montante que o cliente vai pagar é necessário atender ao panorama geral, ao preço do kW pos-set, à potência contratada, à potência pretendida e

ao preço por subir e preço por descer dependendo se o cliente deseja aumentar ou diminuir o valor da potência contratada.

Se $P_{\text{mercado}} > \Sigma P_{\text{clientes}}$ e o cliente pretende aumentar a potência contratada, o custo final do kW, que corresponde ao preço pre-set, será:

$$C_f = \frac{P_i \times C_i + (P_f - P_i) \times C_{S1}}{P_f} \quad [\text{cent}\text{€}/\text{kW}]$$

onde:

P_i corresponde a potencia contratada [kW];

P_f corresponde à potência pretendida [kW];

C_i corresponde ao preço pos-set [cent€/kW];

C_{S1} é o preço por subir, na situação do panorama geral considerada [cent€/kW].

Se $P_{\text{mercado}} > \Sigma P_{\text{clientes}}$ e o cliente pretende diminuir a potência contratada, o custo final do kW, que corresponde ao preço pre-set, será:

$$C_f = \frac{P_f \times C_i + (P_i - P_f) \times C_{D1}}{P_i} \quad [\text{cent}\text{€}/\text{kW}]$$

onde:

P_i corresponde a potencia contratada [kW];

P_f corresponde à potência pretendida [kW];

C_i corresponde ao preço pos-set [cent€/kW];

C_{D1} é o preço por descer, na situação do panorama geral considerada [cent€/kW].

Se $P_{\text{mercado}} < \Sigma P_{\text{clientes}}$ e o cliente pretende aumentar a potência contratada, o custo final do kW, que corresponde ao preço pre-set, será:

$$C_f = \frac{P_i \times C_i + (P_f - P_i) \times C_{S2}}{P_f} \quad [\text{cent€/kW}]$$

onde:

P_i corresponde a potencia contratada [kW];

P_f corresponde à potência pretendida [kW];

C_i corresponde ao preço pos-set [cent€/kW];

C_{S2} é o preço por subir, na situação do panorama geral considerada [cent€/kW].

Se $P_{\text{mercado}} < \Sigma P_{\text{clientes}}$ e o cliente pretende diminuir a potência contratada, o custo final do kW, que corresponde ao preço pre-set, será:

$$C_f = \frac{P_f \times C_i + (P_i - P_f) \times C_{D2}}{P_i} \quad [\text{cent€/kW}]$$

onde:

P_i corresponde a potencia contratada [kW];

P_f corresponde à potência pretendida [kW];

C_i corresponde ao preço pos-set [cent€/kW];

C_{D2} é o preço por descer, na situação do panorama geral considerada [cent€/kW].

Ao custo final a pagar pela potência, é ainda somado o custo relativo à energia consumida. O valor da tarifa da energia é 30% do valor da tarifa a que o comercializador compra a potência. Considerou-se para a realização dos cálculos que a energia consumida pelo cliente tem o mesmo valor que a potência contratada, ou seja, considera-se que o cliente consome toda a potência que contrata.

Apenas os cálculos, que têm como base as equações acima apresentadas, são efectuados por “Excel”. Todo o restante funcionamento do simulador é efectuado através do “Visual Basic”.

CAPÍTULO 5

SIMULAÇÃO 1

SIMULAÇÃO 2

SIMULAÇÃO 3

SIMULAÇÃO 4

SIMULAÇÃO 5

SIMULAÇÃO 6

5. Simulações

Após a elaboração do modelo matemático avançou-se para a fase de teste do simulador. Fase essa onde foram realizadas diversas simulações das quais apresentamos, em seguida, as que consideramos serem as mais importantes para perceber, analisar e comprovar o bom funcionamento do simulador.

Para o arranque, dia actual 1, do simulador é necessário atribuir valores às variáveis de entrada ($P_{mercado}$, consumo típico de cada cliente e preço base do kW).

No arranque do simulador convencionou-se $P_{mercado} = 100\text{kW}$ para cada uma das 24 horas do dia 1. Para os seguintes dias foi estabelecido aquando do desenvolvimento do modelo matemático que $P_{mercado}$ para o dia n é igual a 110% de $\sum P_{clientes}$ do dia $n-1$ de modo a estabelecer uma margem de segurança para o comercializador. O consumo típico está representado no gráfico da figura 15.

5.1 Simulação 1

Análise da evolução do preço por subir, do preço por descer e do preço do kW pre-set e pos-set

Esta simulação foi realizada como o objectivo de verificar o correcto funcionamento do modelo matemático, no qual é baseado o simulador, através da análise dos preços referidos tendo em conta o panorama geral e o comportamento dos clientes.

Para se iniciar a simulação começa-se por atribuir o seguinte consumo típico diário a todos os clientes.

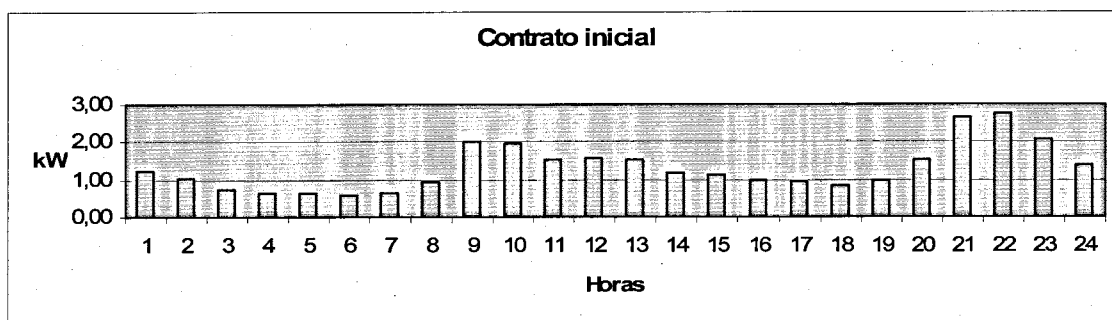


Figura 19 – Gráfico do consumo típico utilizado para a simulação 1.

Visto que o comercializador compra uma potência com base nos consumos verificados no dia anterior, com uma margem de segurança adicional de 10%, ficamos perante o seguinte panorama geral de potência consumida e potência adquirida pelo comercializador, sendo $\sum P_{\text{clientes}}$ o valor da soma de todas as potências contratadas de todos os clientes e P_{mercado} a potência que o comercializador comprou no mercado de energia para posterior venda aos seus clientes.

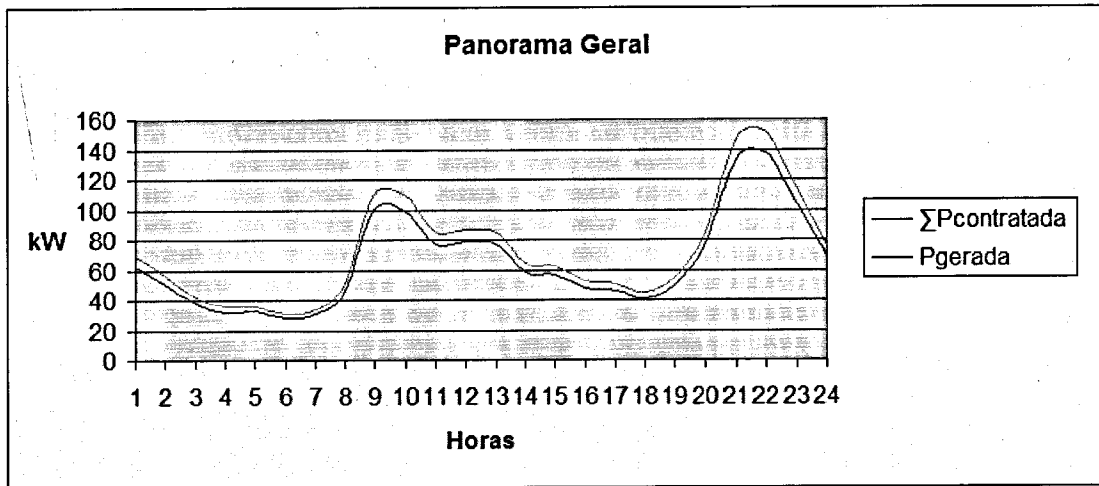


Figura 20 – Gráfico do Panorama Geral.

Perante este panorama inicial, o que interessa ao comercializador é que os seus clientes subam a potência contratada de maneira a que as linhas $\Sigma P_{\text{clientes}}$ e P_{mercado} fiquem coincidentes. Contudo, esta é uma situação muito improvável pois apenas é possível fazer uma previsão dos consumos que permite chegar a um valor aproximado de $\Sigma P_{\text{clientes}}$. Então, ao interessar-lhe que os seus clientes subam a potência, ele vai oferecer valores mais favoráveis para subir a potência como se pode verificar na seguinte imagem retirada da interface de um cliente.

Horas	1	2	3	4	5
Potência contratada (kW)	1,25	1,02	0,76	0,65	0,66
Potência pretendida (kW)	1,25	1,02	0,76	0,65	0,66
SET	▲▼	▲▼	▲▼	▲▼	▲▼
Preço do kW pos-set (cent€/kW)	6,2769	5,0344	4,1216	3,7233	3,5917
Preço por subir (cent€/kW)	5,7637	4,6821	3,9177	3,5303	3,4096
Preço por descer (cent€/kW)	6,9105	5,4693	4,3734	3,9616	3,8166
Preço do kW pre-set (cent€/kW)	6,2769	5,0344	4,1216	3,7233	3,5917
Preço a pagar (cent€)	7,8461	5,1351	3,1324	2,4201	2,3705
Preço a que comprei (cent€)	7,8461	5,1351	3,1324	2,4201	2,3705
Energia consumida (kWh)	1,25	1,02	0,76	0,65	0,66
Preço da energia (cent€)	2,8628	2,3360	1,7406	1,4887	1,5116

Figura 21 – Fotografia da interface exibindo preços por subir mais aliciantes que os preços descer.

Nesta altura, os clientes mais atentos e que tenham interesse em subir a potência, têm aqui uma boa oportunidade para o fazer a um preço mais favorável.

Procedeu-se então ao aumento dos níveis de potência contratada, apenas para um cliente, na hora 4. Como se pode verificar na figura 16, a hora 4 é uma hora com baixos consumos. Portanto, o comercializador vai tentar que os clientes subam o seu consumo nesta hora mediante a apresentação de preços favoráveis para subir e deste modo consegue um enchimento do vazio.

Horas	1	2	3	4	5
Potência contratada (kW)	1,25	1,02	0,76	0,65	0,66
Potência pretendida (kW)	1,25	1,02	0,76	1,25	0,66
SET	▲ ▼	▲ ▼	▲ ▼	▲ ▼	▲ ▼
Preço do kW pos-set (cent€/kW)	6,2769	5,0344	4,1216	3,7233	3,5917
Preço por subir (cent€/kW)	5,7637	4,6821	3,9177	3,5303	3,4090
Preço por descer (cent€/kW)	6,9105	5,4893	4,3734	3,9616	3,8166
Preço do kW pre-set (cent€/kW)	6,2769	5,0344	4,1216	3,6306	3,5917
Preço a pagar (cent€)	7,8461	5,1351	3,1324	4,5383	2,3705
Preço a que comprei (cent€)	7,8565	5,1349	3,1397	2,4156	2,3754
Energia consumida (kWh)	1,25	1,02	0,76	0,65	0,66
Preço da energia (cent€)	2,1909	1,7854	1,3334	1,1356	1,1576

Valor do pre-SET diminui

Figura 22 – Fotografia da interface exibindo o preço pre-set mais baixo, após alteração do níveis de potência pretendida.

Como se pode verificar pela análise das figuras 17 e 18, o preço do kW pre-set desceu de 3,7233 cent€/kW para 3,6306 cent€/kW. Através da comparação entre estes dois preços é possível verificar que o cliente vai pagar menos por cada kW de potência contratada. No entanto o preço a pagar (4,5337 cent€) é superior ao preço a que comprei (2,4156 cent€), o que faz todo o sentido uma vez que a potência contratada é maior.

Esta é uma situação que favorece o consumo de potência, sendo que os clientes mais atentos às variações dos preços podem deslocar os consumos para estas horas com preços favoráveis.

Após realização do contrato, por actuação do botão SET, serão actualizados os valores do preço por subir, o preço por descer e também o preço do kW pos-set. Como se pode ver, na figura em baixo, a hora 4 tem um preço por de subir (3,5785cent€/kW) mais aliciante do que o preço por descer (3,9020cent€/kW). O que quer dizer que ainda é uma boa altura para consumir. O preço do kW pos-set fica igual ao preço do kW pre-set, pois este corresponde ao preço do kW pago pelo cliente aquando da celebração do

contrato, ou seja preço do kW pos-set da Figura 19 é igual ao preço do kW pre-set da Figura 18.

Horas	1	2	3	4	5
Potência contratada (kW)	1,25	1,02	0,76	1,25	0,66
Potência pretendida (kW)	1,25	1,02	0,76	1,25	0,66
SET	▲▼	▲▼	▲▼	▲▼	▲▼
Preço do kW pos-set (cent€/kW)	6,2769	5,0344	4,1216	3,6306	3,5917
Preço por subir (cent€/kW)	5,7630	4,6821	3,9177	3,5758	3,4096
Preço por descer (cent€/kW)	6,9105	5,4693	4,3734	3,9020	3,8166
Preço do kW pre-set (cent€/kW)	6,2769	5,0344	4,1216	3,6306	3,5917
Preço a pagar (cent€)	7,8461	5,1351	3,1324	4,5383	2,3705
Preço a que comprei (cent€)	7,8461	5,1351	3,1324	4,5383	2,3705
Energia consumida (kWh)	1,25	1,02	0,76	1,25	0,66
Preço da energia (cent€)	2,1880	1,7854	1,3303	2,1880	1,1553

Preços por subir e por descer mais baixos.

Figura 23 – Fotografia da interface exibindo novos valores após a realização do contrato.

Para verificar que realmente existe alteração do panorama geral, vamos aumentar a potência de outros consumidores na mesma hora (hora 4). Como se pode ver pela figura 20 a linha Pmercado é ultrapassada pela linha ΣPclientes o que irá tornar o preço por subir mais desfavorável que o preço por descer. Tal facto está demonstrado na figura 21.

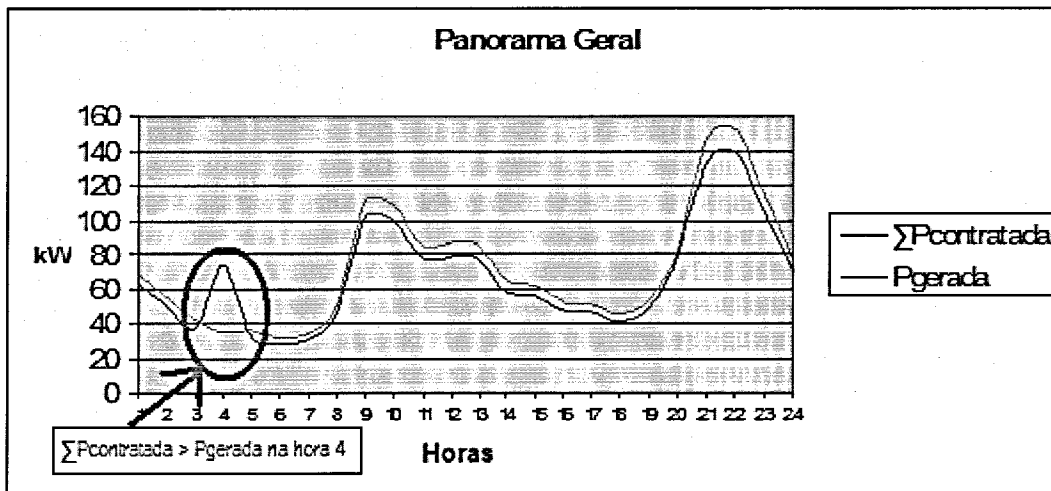


Figura 24 – Gráfico elucidativo da alteração do Panorama Geral devido ao aumento de ΣPclientes.

Horas	1	2	3	4	5
Potência contratada (kW)	1,25	1,02	0,76	3,15	0,66
Potência pretendida (kW)	1,25	1,02	0,76	3,15	0,66
SET	▲▼	▲▼	▲▼	▲▼	▲▼
Preço do kW pos-set (cent€/kW)	4,3980	3,5421	2,8851	4,3681	2,5142
Preço por subir (cent€/kW)	5,7637	4,6821	3,9177	4,8849	3,4096
Preço por descer (cent€/kW)	6,9105	5,4693	4,3734	2,7824	3,8166
Preço do kW pre-set (cent€/kW)	4,3980	3,5421	2,8851	4,3681	2,5142
Preço a pagar (cent€)	5,4975	3,6129	2,1927	13,7595	1,6594
Preço a que comprei (cent€)	5,4975	3,6129	2,1927	13,7595	1,6594
Energia consumida (kWh)	1,25	1,02	0,76	3,15	0,66
Preço da energia (cent€)	2,1880	1,7854	1,3303	5,5138	1,1553

Preço por subir maior que o preço por descer.

Figura 25 – Fotografia da interface exibindo valores correspondentes ao Panorama Geral da Figura 24.

Com esta simulação foi possível observar a evolução do preço por subir, do preço por descer, do preço do kW pre-set e do preço do kW pos-set quando se parte de uma situação em que $P_{mercado} > \Sigma P_{clientes}$ para outra situação em que $P_{mercado} < \Sigma P_{clientes}$ como consequência da subida dos níveis de potência contratada por parte dos clientes.

5.2 Simulação 2

Análise dos resultados para um cenário em que os clientes são sensíveis à variação dos preços e para um cenário em que os clientes não são sensíveis aos preços

O objectivo desta simulação é analisar os resultados obtidos em dois cenários diferentes, nos quais os clientes assumem comportamentos distintos.

O primeiro cenário (cenário 1) representa clientes que são sensíveis á variação dos preços e fazem uma gestão do consumo de modo a pagar o menos possível. Este procedimento poderia ser otimizado com a instalação de um autómato programável, integrado no aparelho do sistema de comercialização que, supostamente, está instalado na casa do cliente.

O segundo cenário (cenário 2) é representativo do tipo de cliente que faz um contrato inicial para todos os dias do mês e, após esse contrato, só volta a variar a sua potência muito esporadicamente.

Vamos assumir que o contrato inicial dos clientes de ambos os cenários é celebrado com os seguintes valores de potência contratada.

Horas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
kW	1.25	1.02	0.76	0.65	0.66	0.57	0.62	0.92	2.00	1.98	1.55	1.59	1.54	1.18	1.13	0.96	0.93	0.82	1.00	1.55	2.68	2.76	2.06	1.38

Tabela 1 – Consumo inicial para os clientes dos cenários 1 e 2.

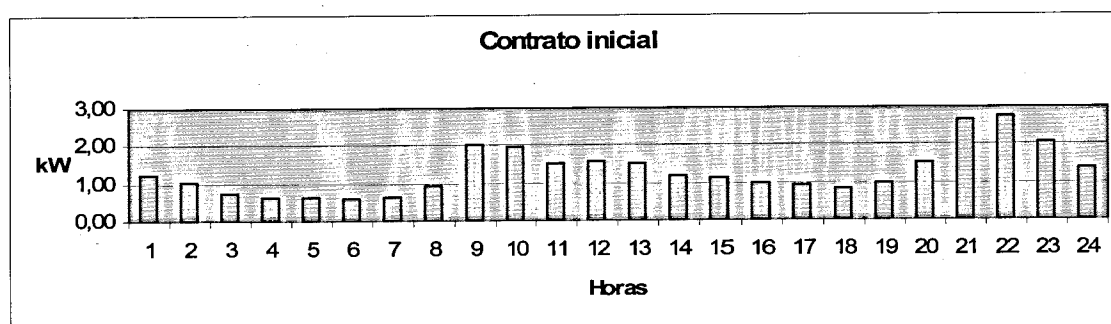


Figura 26 – Gráfico representativo do consumo inicial para os clientes dos cenários 1 e 2.

Analisando em primeiro lugar os resultados obtidos para o cenário 1 constata-se que no dia 1, dia em que o comercializador comprou a mesma potência para todas as horas e na maioria das horas esta potência comprada é maior do que os consumos dos

clientes (Figura 23), os preços por subir vão estar bastante favoráveis e portanto, os clientes que necessitam vão aumentar os seus níveis de potência contratada.

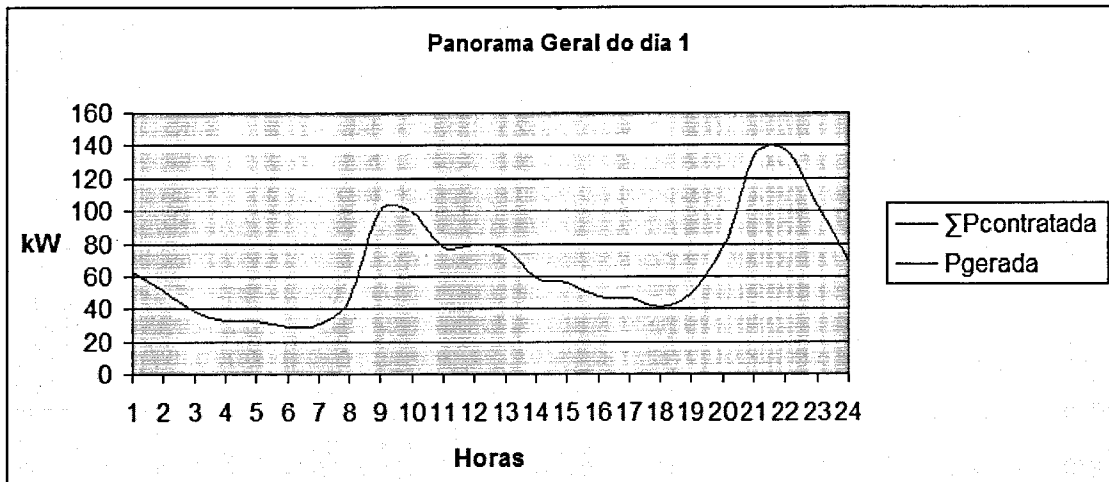


Figura 27 – Gráfico do Panorama Geral do dia 1.

Como se pode ver no seguinte gráfico, os custos do kW pre-set são bastantes mais aliciantes que os custos do kW pos-set. Portanto, ao celebrar o contrato, o cliente irá pagar por kW os preços por kW pre-set apresentados no gráfico seguinte.

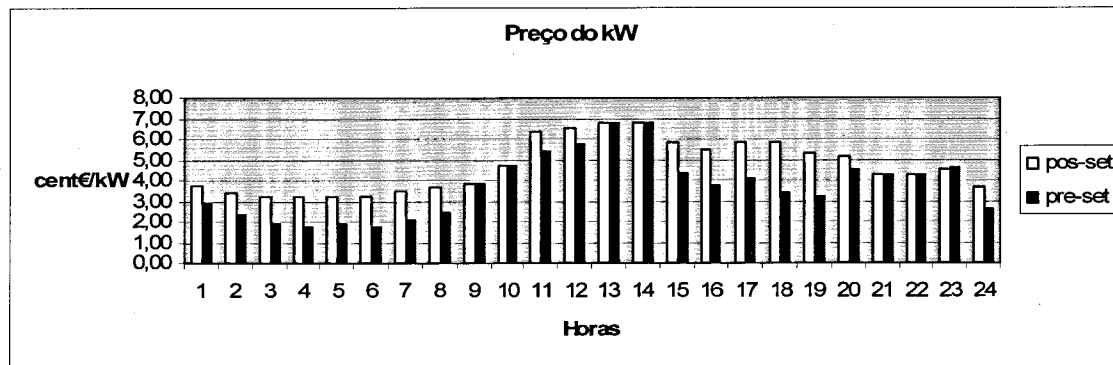


Figura 28 – Gráfico de comparação entre o preço do kW pos-set e pre-set.

Deste modo, podemos concluir que, os clientes que estejam atentos e sejam sensíveis à variação dos preços, vão conseguir poupar dinheiro ao fim do mês.

Claro está, que ao subirem as potências, há-de chegar-se a uma situação em que vai deixar de ser benéfico subir.

Neste momento, existem preços por descer mais favoráveis e, deste modo, aqueles clientes que pudessem “vender” a sua potência, tinham aqui uma oportunidade de o fazer. Perante isto, podemos dizer que estamos numa situação de mercado entre clientes, pois, ao não necessitarem de determinado valor de potência, os clientes podem fazer um novo contrato com valores de potência mais baixos e deste modo estão a ceder potência a quem na mesma altura poderia estar a precisar e estivesse disposto a pagar caro por essa potência. Assim, os clientes entre si estão a dividir, conforme as suas necessidades, o pacote de potência que o comercializador comprou para a hora em causa.

No segundo dia, o comercializador já tem valores para estimar a potência a comprar para esse dia. Ele compra no dia 1, a potência para o dia 2, com base nos consumos verificados no dia 1. Mais concretamente, ele compra para cada hora a potência consumida nessa hora no dia anterior com mais uma margem de 10%, valor definido no modelo matemático. Assim ele já não vai comprar um pacote de potência com o mesmo valor a todas as horas mas sim valores de potência que dependem das potências contratadas a cada hora do dia anterior. Deste modo estamos a aproximar a potência comprada pelo comercializador ao valor que os clientes necessitam.

Podemos concluir que o facto de existirem clientes com comportamento idêntico aos clientes do cenário 1, trás vantagens para os clientes, para o comercializador e para a sociedade em geral visto que foi comprado um pacote de potência cujo valor se estima que seja próximo dos consumos totais dos clientes e portanto, estamos deste modo a baixar os consumos globais.

Analisando agora o cenário 2, é fácil concluir que se os clientes não alterem os seus níveis de potência, o comercializador vai comprar o mesmo valor de potência todos os dias, com a excepção do dia 1 em que ele comprou o mesmo valor para todas as horas, o que lhe proporciona uma situação de estabilidade.

Contudo, se adoptarem este tipo de comportamento, os clientes não vão conseguir um preço por kW. Os clientes não estão a tentar contratar a potência que realmente estão a consumir em cada hora e assim não estão a contribuir para a diminuição dos consumos energéticos a nível global.

5.3 Simulação 3

Análise da evolução do preço por subir, do preço por descer, do preço do kW pre-set e pos-set após vários clientes terem realizado contratos

Analise-se agora o evoluir dos preços ao partir de uma situação em que as linhas $P_{mercado}$ e $\sum P_{clientes}$ se cruzam diversas vezes. Observando o gráfico do panorama geral é possível constatar que nas horas 21 e 22 a $P_{mercado} < \sum P_{clientes}$. Centrem-se as atenções nestas 2 horas e observe-se o que acontecem aos preços após a variação dos consumos por parte de apenas um cliente.

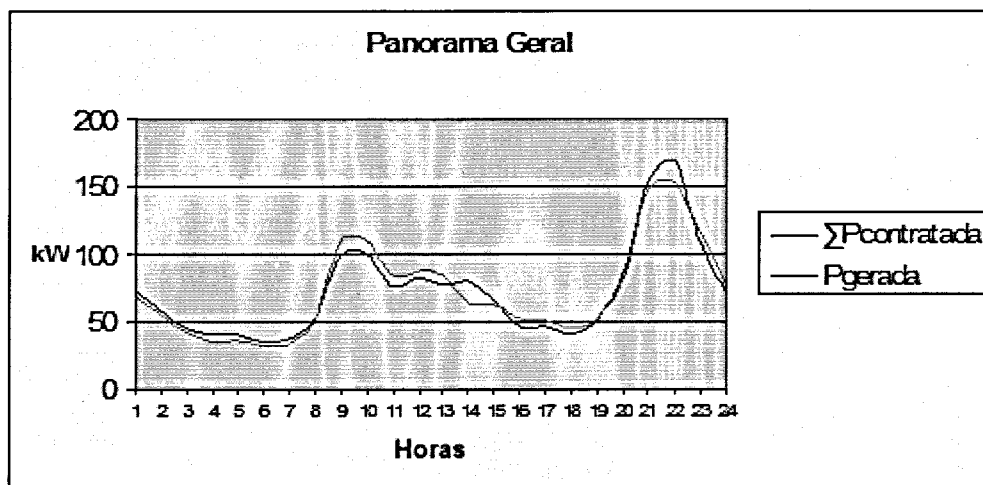


Figura 29 – Gráfico do Panorama Geral.

Como se pode ver na figura 26, os preços para subir nessas horas são mais elevados que os preços por descer, pois, nesta situação interessa ao comercializador que os seus clientes baixem os consumos ou que pelo menos, se realmente necessitam de os subir, que subam de uma maneira controlada.

Horas	20	21	22	23	24
Potência contratada (kW)	1,50	2,80	2,70	2,10	1,30
Potência pretendida (kW)	1,50	2,80	2,70	2,10	1,30
SET	▲ ▼	▲ ▼	▲ ▼	▲ ▼	▲ ▼
Preço do kW pos-set (cent€/kW)	4,1145	4,2047	4,2022	4,0209	4,2831
Preço por subir (cent€/kW)	6,0972	6,3201	6,8607	5,2269	5,6029
Preço por descer (cent€/kW)	5,7002	5,7529	5,3086	6,3829	6,7555
Preço do kW pre-set (cent€/kW)	4,1145	4,2047	4,2022	4,0209	4,2831
Preço a pagar (cent€)	6,1718	11,7732	11,3459	8,4439	5,5680
Preço a que comprei (cent€)	6,1718	11,7732	11,3459	8,4439	5,5680
Energia consumida (kWh)	1,50	2,80	2,70	2,10	1,30
Preço da energia (cent€)	2,6256	4,9011	4,7261	3,6759	2,2755

Preços por subir mais elevados que os preços por descer nas horas de maior consumo.

Figura 30 – Fotografia da interface exibindo preços por subir superiores aos preços por descer.

Para um cliente que nas horas de maior consumo consegue descer os seus níveis de potência contratada, tome-se como exemplo a hora 22, o preço do kW que este vai pagar vai ser menor. Situação que pode ser verificada na figura 27 pela comparação entre o preço do kW pre-set e o preço do kW pos-set.

Horas	20	21	22	23	24
Potência contratada (kW)	8,20	8,90	8,60	2,10	1,30
Potência pretendida (kW)	8,20	8,90	4,30	2,10	1,30
SET	▲ ▼	▲ ▼	▲ ▼	▲ ▼	▲ ▼
Preço do kW pos-set (cent€/kW)	5,2569	5,1096	5,6660	4,0362	4,4336
Preço por subir (cent€/kW)	6,0972	6,3201	6,8607	5,2269	5,6029
Preço por descer (cent€/kW)	5,7002	5,9644	5,4721	6,7478	6,7555
Preço do kW pre-set (cent€/kW)	5,2569	5,1096	5,5690	4,0362	4,4336
Preço a pagar (cent€)	43,1066	45,4754	23,9467	8,4760	5,7637
Preço a que comprei (cent€)	43,1066	45,4754	48,7276	8,4760	5,7637
Energia consumida (kWh)	8,20	8,90	8,60	2,10	1,30
Preço da energia (cent€)	14,3533	15,5786	15,0535	3,6759	2,2755

Reduziu-se para metade a potência contratada e deste modo, o preço do kW vai diminuir.

Figura 31 – Fotografia da interface exibindo o preço do Kw pre-set inferior ao preço do kW pos-set.

É de referir que quanto maior for o afastamento entre as linhas Pmercado e ΣPclientes, maior será a diferença entre o preço do kW para o novo contrato (pre-set) e o preço do kW do contrato antigo (pos-set).

No limite, quando as linhas Pmercado e ΣPclientes se interceptam, estamos perante uma situação em que o preço por subir é igual ao preço por descer.

5.4 Simulação 4

Análise da realização de contratos antecipados

Nesta simulação pretende-se mostrar que interessa tanto para o cliente como para o comercializador que os contratos sejam realizados com antecedência. Isto é, que não façam o contrato de cada dia no próprio dia mas alguns dias antes ou para cada hora na hora anterior. Assim, o cliente pagará preços mais baixos pela potência pois permite ao comercializador uma melhor previsão da potência a adquirir para os futuros dias, praticando preços mais baixos.

Começando então no 1º dia do mês de Dezembro (escolhemos este mês por ser o de maior consumo), vamos ver a evolução dos preços da potência ao longo dos dias para um cliente que decide realizar o consumo em baixo retratado ao longo do mês e que realiza o contrato para todos os dias no dia 1.

Horas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Potência Contratada (kW)	0,95	0,92	0,96	0,95	0,96	0,97	0,92	1,32	2,40	2,38	2,35	2,39	2,94	3,48	1,63	0,96	0,93	1,02	1,00	1,55	2,68	2,76	0,96	0,98

Tabela 2 – Consumo definido para o primeiro dia do mês.

De seguida apresenta-se uma tabela com os valores dos custos diários pelo contrato destas potências, cuja evolução se pode ver mais facilmente no gráfico que segue a tabela (Figura 28).

Dia	Preço (€)
1	2,8978
2	2,1617
3	2,1162
4	2,0398
5	2,0704
6	1,9860
7	2,1818
8	2,0153
9	2,0839
10	1,9769
11	1,9522
12	1,9968
13	2,0228
14	1,9964
15	2,0472
16	2,1426
17	1,8948
18	1,8739
19	2,2853
20	2,2684
21	2,2773
22	2,1263
23	2,0393
24	1,7294
25	1,9443
26	1,9934
27	2,0593
28	1,9857
29	1,9610
30	1,8864
31	1,6590

Tabela 3 – Valores do custo diário ao longo do mês após realização do contrato antecipadamente.

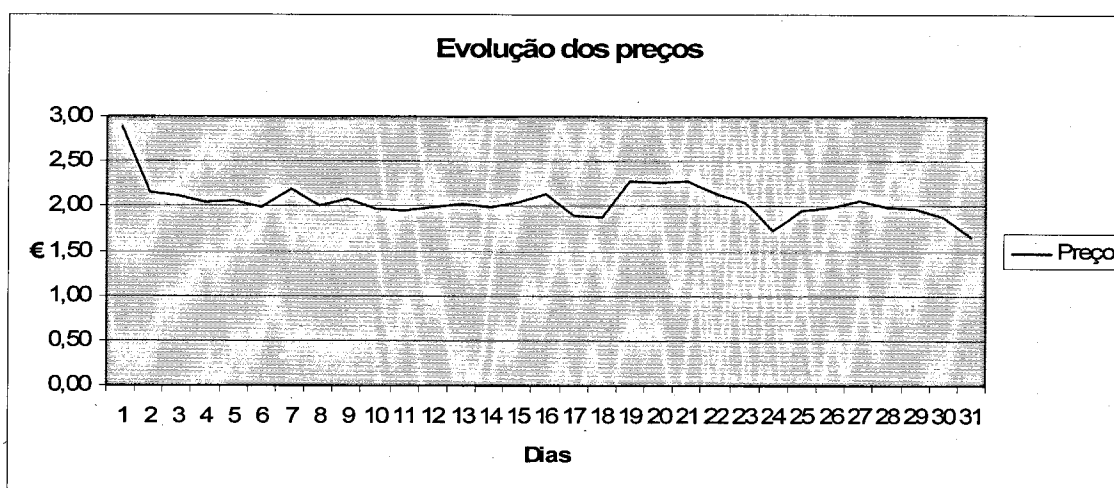


Figura 32 – Representação gráfica dos valores da tabela 3.

Como podemos constatar pela análise do gráfico acima apresentado, os preços sofrem uma ligeira descida ao longo do mês, começando com 2,8978€ (dia 1) e acabando com 1,6590€ (dia 31). Contudo há dias consecutivos em que não se verifica a

descida do preço, como são o caso dos dias 6-7, 19-20 e 25-26-27 em que o preço subiu. Isto está relacionado com o preço a que o comercializador compra a potência para cada dia, que depende do mercado ou do produtor e como é óbvio não é igual para todos os dias. Se ele comprasse a potência ao mesmo preço todos os dias a evolução dos preços seria a que está demonstrada no gráfico seguinte.

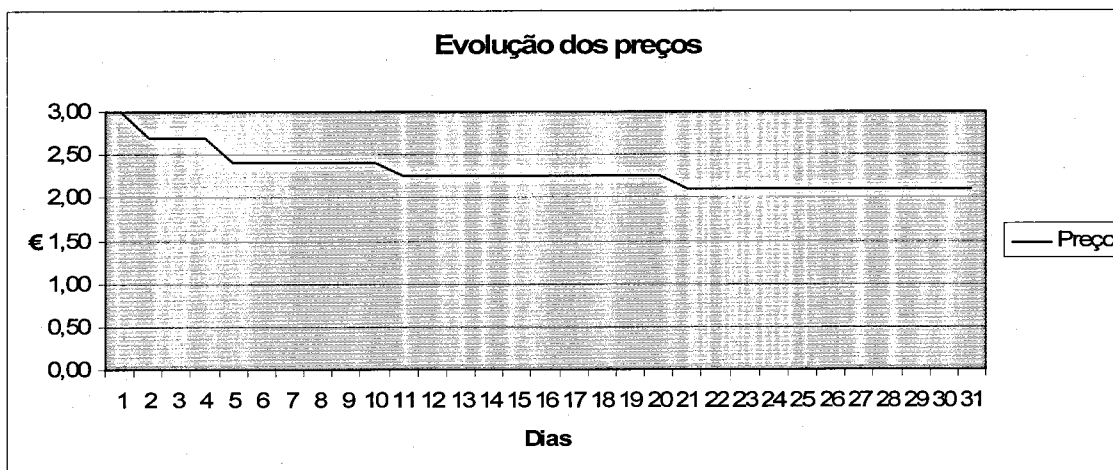


Figura 33 – Gráfico da evolução dos preços ao longo do mês.

Para a construção do gráfico considerou-se o preço do kW igual a 3cent€.

5.5 Simulação 5

Análise da comparação entre o preço a pagar ao fim de um mês por um cliente abrangido pelo sistema de comercialização e o preço que um cliente paga actualmente.

Com esta simulação pretende-se comparar o montante que um cliente, abrangido no sistema de comercialização, vai pagar ao fim de um mês e o montante que um cliente (BTN) com uma potência contratada de 10,35kVA, com o sistema tarifário actualmente em vigor.

Considerando que o cliente pretende realizar o consumo que se apresenta em baixo, vamos determinar o valor estimado que ele pagará no final do mês de Dezembro.

Dia	1																							
Horas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Potência Contratada (kW)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,50	1,50	1,25	1,00	1,00	2,50	2,50	2,50	2,00	1,50	1,50	1,50	2,00	2,50	3,00	3,00	2,50	1,50
Potência pretendida (kW)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,50	1,50	1,25	1,00	1,00	2,50	2,50	2,50	2,00	1,50	1,50	1,50	2,00	2,50	3,00	3,00	2,50	1,50

Tabela 4 – Consumo mensal pretendido pelo cliente.

O montante a pagar pela potência contratada e pela energia no dia 1 é de 2,8392€.

		Custo total (€)
Custo diário relativo a potência (€)	1,9517702	2,8392
Custo diário relativo a energia (€)	0,8874658	

Figura 34 – Custo total no dia 1.

Considerou-se que o dia 1 é uma segunda-feira e o cliente decide fazer o contrato da mesma potência para os dias úteis, sendo que no fim-de-semana vai contratar uma potência em algumas horas. O consumo definido para o fim-de-semana é apresentado na tabela seguinte.

Dia	6																							
Horas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Potência Contratada (kW)	1,30	1,30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,50	1,50	1,25	1,00	1,00	2,50	2,50	2,50	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,50	3,00	3,00	3,00	2,50
Potência pretendida (kW)	1,30	1,30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,50	1,50	1,25	1,00	1,00	2,50	2,50	2,50	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,50	3,00	3,00	3,00	2,50

Tabela 5 – Consumo pretendido para o fim-de-semana.

O custo diário associado a este contrato neste dia é de 2,4160€. Para o dia seguinte, Domingo, o preço é de 2,5254€.

Na tabela seguinte encontram-se os preços diários dos contratos até o dia 7, Domingo. Os preços são relativos à potência contratada e à energia consumida.

Dia	Dia da Semana	Preço (€)
1	Segunda-feira	2,8392
2	Terça-feira	2,1609
3	Quarta-feira	2,1464
4	Quinta-feira	2,0985
5	Sexta-feira	2,0831
6	Sábado	2,416
7	Domingo	2,5254

Tabela 6 – Custos totais diários para os primeiros 7 dias do mês.

Como se pode ver, os custos vão diminuindo ao longo da semana por estarmos a fazer contratos antecipadamente, com excepção do dia 1. Ao fim-de-semana os preços são mais elevados, o que é perfeitamente compreensível pois houve um aumento da potência contratada por parte do cliente.

Para prosseguir com a simulação, vamos considerar que nas restantes semanas deste mês, os consumos são os mesmos que a semana demonstrada anteriormente, e que o cliente fez os contratos para todos os dias logo no primeiro dia do mês.

O resultado obtido para o mês apresenta-se na tabela 7 da página seguinte.

Dia	Dia da Semana	Preço (€)
1	Segunda-feira	2,8392
2	Terça-feira	2,1609
3	Quarta-feira	2,1464
4	Quinta-feira	2,0985
5	Sexta-feira	2,0831
6	Sábado	2,416
7	Domingo	2,5254
8	Segunda-feira	2,1609
9	Terça-feira	2,1412
10	Quarta-feira	2,1206
11	Quinta-feira	2,1075
12	Sexta-feira	2,112
13	Sábado	2,3945
14	Domingo	2,4129
15	Segunda-feira	2,174
16	Terça-feira	2,2621
17	Quarta-feira	2,028
18	Quinta-feira	2,0456
19	Sexta-feira	2,4279
20	Sábado	2,6142
21	Domingo	2,6233
22	Segunda-feira	2,2525
23	Terça-feira	2,1496
24	Quarta-feira	1,8471
25	Quinta-feira	1,8771
26	Sexta-feira	2,1046
27	Sábado	2,2964
28	Domingo	2,3896
29	Segunda-feira	2,0523
30	Terça-feira	2,0027
31	Quarta-feira	1,7814
Custo mensal (€)		68,6475

Tabela 7 – Custo total mensal.

Agora, podemos comparar este valor com o valor pago por um consumidor normal (BTN) com potência contratada de 10,35kVA e com tarifa bi-horária com ciclo diário.

São apresentados de seguida os valores referentes ao mês de Dezembro de 2005, sem IVA, da factura do cliente BTN utilizado nesta comparação.

	Qtd	Preço	Valor (€)
Consumo horas de vazio estimado	353	0,054	19,06
Consumo horas fora de vazio estimado	528	0,0988	52,17
Potência contratada (10,35kVA)	1	20,58	20,58
Taxa Exploração DGGE	1	0,07	0,07
Total			91,88

Tabela 8 – Dados mais importantes retirados de uma factura da electricidade.

Como se pode constatar, o valor obtido com o nosso simulador é bastante mais satisfatório do que o valor que o cliente pagou.

5.6 Simulação 6

Análise dos resultados obtidos pelo comercializador ao fim de um mês

O objectivo desta simulação é concluir se a implementação de um sistema destes trará, ou não, benefícios para o comercializador.

Como é sabido, o comercializador adquirirá a potência no mercado a um determinado preço e irá vendê-la depois aos seus clientes a um preço, determinado pelas expressões já apresentadas.

Para a realização desta simulação formaram-se 4 grupos com diferentes consumos típicos, pelos quais foram distribuídos os 50 clientes. Essa distribuição, bem como o consumo de cada elemento do grupo são apresentados de seguida.

Grupo 1

Do cliente 1 até o cliente 15 o consumo será o seguinte, que pode representar o consumo típico de consumidores domésticos normais.

Horas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Potência Contratada (kW)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,50	1,50	1,25	1,00	1,00	2,50	2,50	2,50	2,00	1,50	1,50	1,50	2,00	2,50	3,00	3,00	2,50	1,50

Tabela 9 – Tabela do consumo de cada elemento pertencente ao grupo 1.

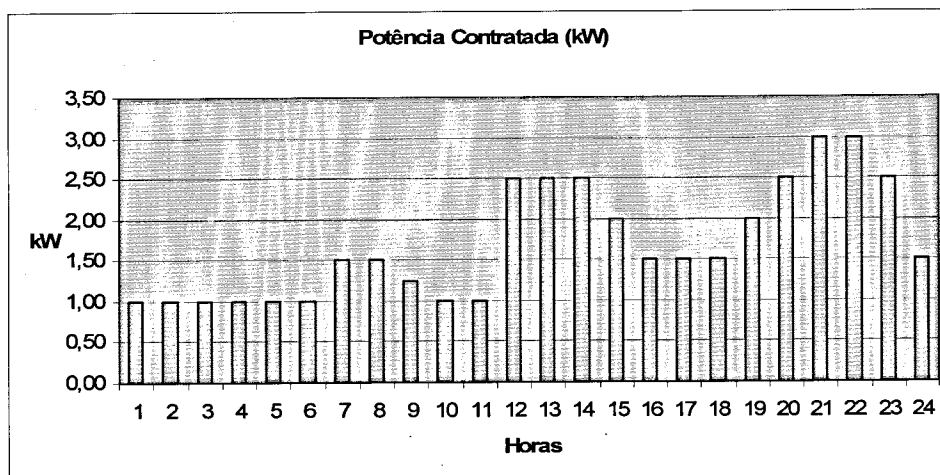


Figura 35 – Representação gráfica do consumo de cada cliente pertencente ao grupo 1.

Grupo2

Do cliente 16 até o cliente 30, o consumo também será um consumo típico de consumidores domésticos normais mas com potências mais elevadas que os anteriores.

Horas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Potência Contratada (kW)	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	3,00	3,00	2,50	2,00	2,00	5,00	5,00	5,00	4,00	3,00	3,00	3,00	4,00	5,00	6,00	6,00	5,00	3,00

Tabela 10 – Tabela do consumo de cada elemento pertencente ao grupo 2.

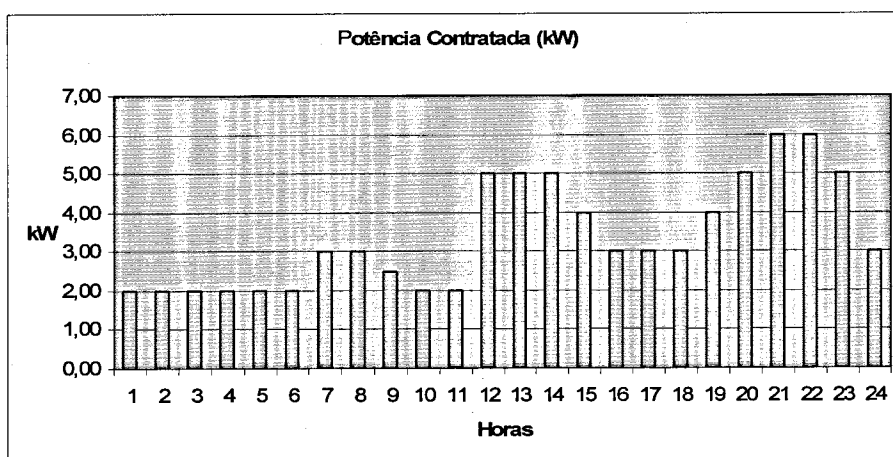


Figura 36 – Representação gráfica do consumo de cada cliente pertencente ao grupo 2.

Grupo3

Do cliente 31 até o cliente 49, o consumo será o seguinte, que pode representar o consumo de um local de uso profissional com habitação anexa, como por exemplo um café, um cabeleireiro ou um minimercado.

Horas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Potência Contratada (kW)	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	2,00

Tabela 11 – Tabela do consumo de cada elemento pertencente ao grupo 3.

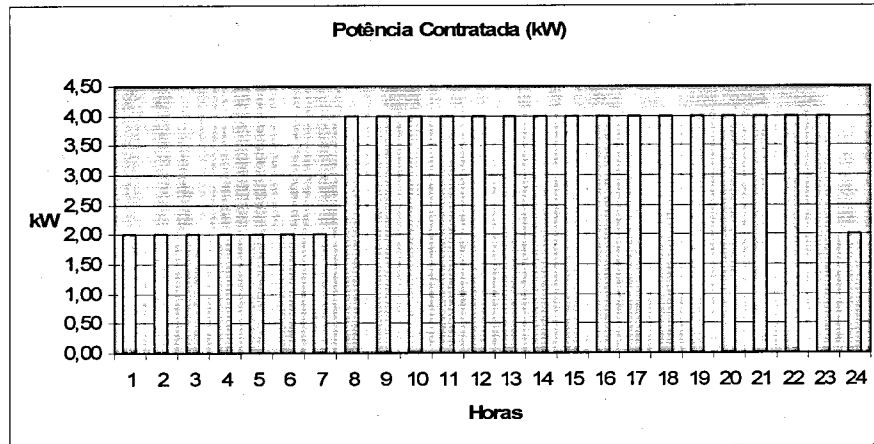


Figura 37 – Representação gráfica do consumo de cada cliente pertencente ao grupo 3.

Grupo 4

O cliente 50 será um grande consumidor, e como tal, irá ter consumos mais elevados de potência quando comparado com os restantes clientes.

Horas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Potência Contratada (kW)	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00

Tabela 12 – Tabela do consumo de cada elemento pertencente ao grupo 4.

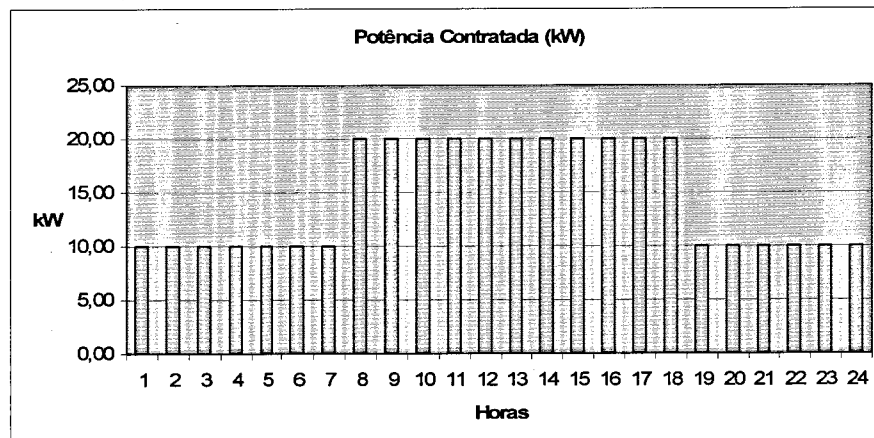


Figura 38 – Tabela do consumo de cada elemento pertencente ao grupo 4.

Estes vão ser os valores de consumo iniciais para cada cliente, ou seja, os valores referentes ao dia 1. Assumiu-se para efeitos de simulação que para os restantes dias do mês, os clientes podem manter o mesmo consumo ou então variá-lo, de forma

pouco significativa não se afastando muito dos valores patentes na representação gráfica que caracteriza cada grupo.

Após todos os clientes terem realizado o contrato com o comercializador no 1º dia do mês, o lucro que este obteve foi de 61,87€. Para o segundo dia, o lucro do comercializador foi de 63,08€. Visto que estes valores estão próximos e como se assume que os clientes vão manter aproximadamente os mesmos consumos, nos restantes dias do mês, podemos dizer que estamos perante uma situação de estabilidade de consumos e, neste caso, o comercializador teria um lucro ao fim do mês de aproximadamente 1936,73€.

Dado o pequeno número de clientes considerados no universo de simulação, pode dizer-se que o lucro obtido é bastante satisfatório. Se aumentássemos o número de clientes este valor seria ainda maior e caminhando para uma situação real, com milhões ou pelo menos milhares de clientes, o comercializador teria decerto boas margens de lucro.

Claro está, que numa situação real, o comercializador não iria apenas lucrar, pois teria que realizar um investimento inicial inerente à sua instalação no mercado, custo de instalação e manutenção do sistema de comercialização, custos relativos a campanhas de promoção do serviço tendo em vista o aumento do número de clientes, entre outros.

5.7 Simulação 7

Simulação para verificar que compensa deslocar os consumos

Com esta simulação pretende-se demonstrar que se os clientes deslocarem os seus consumos das horas de maior consumo global para as horas de menor consumo, tentando encher o vazio, pagam menos pela mesma potência total contratada.

Iniciando com um panorama geral como o da figura 35, vamos diminuir a potência de um cliente na hora 22 (hora de ponta) e aumentar o mesmo valor de potência na hora 1 (hora de vazio) e verificar o que acontece. Um exemplo de uma situação real poderá ser ligar as máquinas de lavar louça e roupa de madrugada, em vez de as ligar nas horas de ponta.

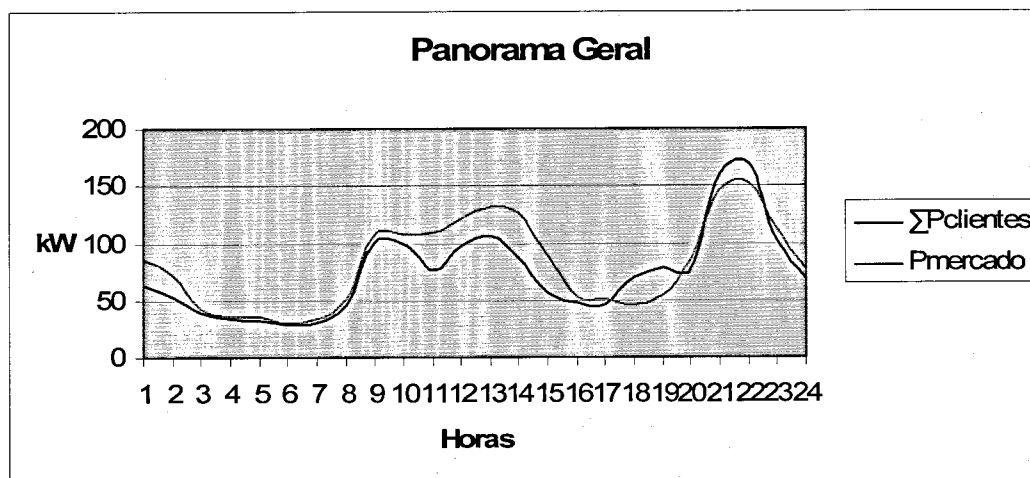


Figura 39 – Gráfico representativo dos consumos.

Na figura 36 podemos ver os valores do último contrato para as horas que estamos a considerar. Com estes valores, temos um custo diário de 2,2864€ (Figura 37).

Horas	1	22
Potência contratada (kW)	0,50	4,60
Potência pretendida (kW)	0,50	4,60
SET	▲ ▼	▲ ▼
Preço do kW pos-set (cent€/kW)	4,2129	4,3647
Preço por subir (cent€/kW)	2,2602	4,7506
Preço por descer (cent€/kW)	4,7006	3,2459
Preço do kW pre-set (cent€/kW)	4,2129	4,3647
Preço a pagar (cent€)	2,1064	20,0774
Preço a que comprei (cent€)	2,1064	20,0774
Energia consumida (kWh)	0,5000	4,6000
Preço da energia (cent€)	0,8752	8,0519

Figura 40 – Valores do último contrato.

		Custo total (€)
Custo diário relativo a potência (€)	1,5215355	2,2864
Custo diário relativo a energia (€)	0,7649274	

Figura 41 – Custo diário do último contrato.

Decidimos então diminuir 2kW na hora 22 e aumentar 2kW na hora 1 estando deste, como se pode constatar na figura 38. Estamos deste modo a deslocar 2kW de uma hora para a outra com o objectivo de encher o vazio. Ao fazer este deslocamento de carga, obtemos um preço diário de 2,2317€.

Horas	1	22
Potência Contratada (kW)	2,50	2,60
Potência pretendida (kW)	2,50	2,60
SET	▲ ▼	▲ ▼
Preço do kW pos-set (cent€/kW)	2,6507	3,8783
Preço por subir (cent€/kW)	2,3512	4,6715
Preço por descer (cent€/kW)	4,5882	3,3100
Preço do kW pre-set (cent€/kW)	2,6507	3,8783
Preço a Pagar (cent€)	6,6268	10,0835
Preço a que Comprei (cent€)	6,6268	10,0835
Energia Consumida (kWh)	2,5000	2,6000
Preço da Energia (cent€)	4,3760	4,5511

Figura 42 – Valores após o novo contrato

		Custo total (€)
Custo diário relativo a potência (€)	1,4667991	2,2317
Custo diário relativo a energia (€)	0,7649274	

Figura 43 – Custo diário após novo contrato.

Com esta simulação conseguimos concluir que é vantajoso para o cliente em termos monetários que ele consiga realizar um deslocamento de cargas das horas de ponta para as horas do vazio.

CAPÍTULO 6

CONCLUSÃO

6. Conclusão

Após a realização das simulações podemos verificar que o modelo de comercialização por nós implementado consegue exercer acções sobre os diagramas de consumo tais como o deslocamento de consumos da ponta para o vazio, o enchimento do vazio, o deslastre das pontas, e uma diminuição da energia consumida. Podemos dizer que o comercializador consegue, mediante a apresentação de preços favoráveis ou desfavoráveis, moldar o diagrama de agregados dos consumidores.

Tendo em conta que os consumos de energia eléctrica têm vindo progressivamente a aumentar ao longo dos anos e que se prevê que assim continue, é muito importante começar a consciencializar os consumidores para este facto de maneira a que estes façam uma utilização mais racional e inteligente da energia. Deste modo, consegue-se uma redução dos consumos globais de energia e dos custos associados.

Um mecanismo de comercialização como o que nós simulamos contribui para incentivar os consumidores domésticos a racionalizar os seus consumos e deste modo reduzir os consumos globais.

Com a realização das simulações podemos concluir sobre a validade do modelo matemático por nós implementado. De facto, conseguimos constatar que os custos de subir e de descer, assim como os custos finais, se regem, mediante a situação da potência adquirida pelo comercializador relativamente ao total da potência contratada pelos clientes, pelas equações por nós implementadas.

Os resultados obtidos são satisfatórios tanto para o comercializador como para os clientes. Concluiu-se que se os clientes responderem às variações dos preços, podem conseguir custos finais mais favoráveis do que aqueles que permaneçam sempre com os mesmos níveis de potência.

Para aqueles clientes que realizam os contratos antecipadamente, permitindo ao comercializador uma melhor estimativa da potência a comprar para cada dia, os custos finais também se tornam mais favoráveis do que os custos obtidos por quem faz os contratos no próprio dia.

Todas estas situações revelam o bom funcionamento do modelo implementado já que era nosso objectivo verificar estas situações. Assim, podemos concluir que este mecanismo de mercado tem vantagens para o comercializador, para os clientes e para a sociedade em geral visto que se conseguem obter significativas poupanças económicas e energéticas e consequentemente uma diminuição da dependência energética do exterior.

Do ponto de vista legal não existe nenhum impedimento à implantação no mercado do mecanismo por nós implementado e desenvolvido.

Segundo os princípios da Directiva nº2003/54/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 26 de Junho:

...” as actividades de produção e comercialização de electricidade são exercidas em regime de livre concorrência, mediante a atribuição de licença,”....

Quanto à actividade de comercialização:

...” é livre, ficando, contudo, sujeita a atribuição de licença pela entidade administrativa competente, definindo-se o elenco dos direitos e dos deveres na perspectiva de um exercício transparente da actividade.

No exercício da sua actividade, os comercializadores podem livremente comprar e vender electricidade, tendo, para o efeito, direito de acesso às redes de transporte e de distribuição de electricidade, mediante o pagamento de tarifas reguladas.

Por outro lado, os consumidores podem, nas condições do mercado, escolher livremente o seu comercializador, não sendo a mudança onerada do ponto de vista contratual.”...

Por último, podemos afirmar que os objectivos aquando do início deste trabalho foram cumpridos.

No entanto, há ainda trabalho a desenvolver como, por exemplo, definir exactamente os componentes de hardware e possíveis sistemas de comunicação necessários para implementar o sistema de comercialização, arranjar uma amostra de consumidores domésticos e testar o sistema de mercado em tempo real.

ANEXOS

TRANSCRIÇÃO DA DIRECTIVA N.º 2003/54/CE
FACTURA DA ELECTRICIDADE
MANUAL DE UTILIZAÇÃO DO SIMULADOR

Transcrição da Directiva n.º 2003/54/CE

Decreto-Lei que estabelece os princípios gerais relativos à organização e funcionamento do Sistema Eléctrico Nacional (SEN), bem como ao exercício das actividades de produção, transporte, distribuição e comercialização de electricidade e à organização dos mercados de electricidade, transpondo para a ordem jurídica nacional os princípios da Directiva n.º 2003/54/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 26 de Junho, que estabelece regras comuns para o Mercado Interno da Electricidade e revoga a Directiva n.º 96/92/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de Dezembro

Este Decreto-Lei define um quadro legislativo coerente e articulado com a legislação comunitária e estabelece os princípios de organização e funcionamento do Sector Eléctrico Nacional (SEN), bem como as regras aplicáveis ao exercício das actividades de produção, transporte, distribuição e comercialização, transpondo-se, desta forma, os princípios de uma directiva comunitária que visa o incremento de um mercado livre e concorrencial.

Assim, o diploma estabelece que *as actividades de produção e comercialização de electricidade são exercidas em regime de livre concorrência, mediante a atribuição de licença*, e que as actividades de transporte e distribuição são exercidas mediante a atribuição de concessões de serviço público.

Deste modo, *estas actividades são exercidas tendo em conta a racionalidade dos meios a utilizar e a protecção do ambiente, nomeadamente através da eficiência energética e da promoção das energias renováveis* e sem prejuízo das obrigações de serviço público.

No tocante à produção de electricidade, o acesso à actividade é livre, cabendo aos interessados, no quadro de um mercado liberalizado, a respectiva iniciativa, abandonando-se, assim, a lógica do planeamento centralizado dos centros electroprodutores.

Cabe, no entanto, ao Estado suprir as falhas de mercado, assumindo uma posição de garante do abastecimento de electricidade, através da monitorização permanente do sector eléctrico pelos órgãos competentes da Administração Pública, com a colaboração dos intervenientes no sector, nomeadamente das empresas reguladas.

Relativamente à distribuição de electricidade, esta processa-se através da exploração da rede nacional de distribuição, que corresponde à rede em média e alta tensão, e da exploração das redes de distribuição em baixa.

A rede nacional de distribuição é explorada mediante uma única concessão do Estado, exercida em exclusivo e em regime de serviço público, convertendo-se a actual licença vinculada de distribuição de electricidade em média e alta tensão em contrato de concessão, no respeito das garantias do equilíbrio de exploração da actual entidade licenciada.

Por outro lado, as redes de distribuição em baixa tensão continuam a ser exploradas mediante concessões municipais, sem prejuízo dos municípios continuarem a poder explorar directamente as respectivas redes.

Relativamente à actividade de comercialização, esta é livre, ficando, contudo, sujeita a atribuição de licença pela entidade administrativa competente, definindo-se o elenco dos direitos e dos deveres na perspectiva de um exercício transparente da actividade.

No exercício da sua actividade, os comercializadores podem livremente comprar e vender electricidade, tendo, para o efeito, direito de acesso às redes de transporte e de distribuição de electricidade, mediante o pagamento de tarifas reguladas.

Por outro lado, os consumidores podem, nas condições do mercado, escolher livremente o seu comercializador, não sendo a mudança onerada do ponto de vista contratual.

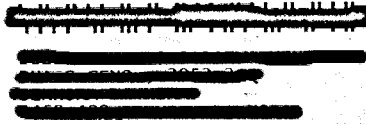
Por último, no âmbito da protecção dos consumidores, define-se um serviço universal, caracterizado pela garantia do fornecimento em condições de qualidade e continuidade de serviço e de protecção quanto a tarifas e preços e de acesso a informação em termos simples e compreensíveis.

Factura da electricidade



Código de identificação do Local: 0 022 969 379

Apoio Técnico
800 506 506 (24h por dia)
Apoio Comercial
800 505 505 (8h às 20h/dias úteis)
Leitura do Contador
800 507 507 (24h por dia)



Valor a debitar a partir de 28 de Dezembro de 2005 (*) € 98,10

Comunicação de leituras: deverá utilizar o Código Ident. Local 0 022 969 379, através do telefone 800 507 507

Factura N.º 10233329822 de 13 de Dezembro de 2005 (2005-11-11 a 2005-12-13)

Electricidade	Qtd.	Preço	Valor	IVA (%)
Tarifa BTN-BI-Horária =< 20,7 kVA (ciclo: diário)				
Consumo horas de vazio estimado	353	0,0540	19,06	5
Consumo horas fora de vazio estimado	528	0,0988	52,17	5
Potência Contratada (10,35 kVA)	1	20,5800	20,58	5
Taxa Exploração DGGE	1	0,0700	0,07	5
IVA (5 % * 91,88)			4,59	
Total			€ 96,47	
Outros Débitos/Créditos				
	Qtd.		Valor	IVA (%)
Contribuição áudio-visual (Nota de Débito n.º 00123070771)	1		1,63	
Total			€ 1,63	
Total facturado no mês (a debitar)			€ 98,10	

UNIDADE: 1000000000
 PROCESSO DE AUTOMAÇÃO DE CONTABILIDADE - CONVERSÃO DE DADOS DE CONTABILIDADE
 EDP Distribuição - Energia, S.A. - Sede social: Rua D. João V. de Castro, 147, 1050-044 Lisboa - Telefone Central: 800 507 507
 Caixa postal: 1023 3329822 Euros - Registo nº 1023 3329822

Consumos - Electricidade

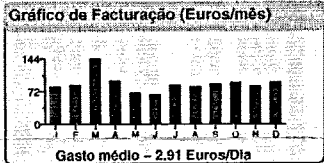
Contador N.º 14045351

Leitura: Cliente	Vazio	Fora Vazio
2005-06-09	439	1029

Conta Corrente - Electricidade

De 2005-11-10 a 2005-12-13

Movimentos	Saldo
Saldo anterior	89,02
Pagamentos efectuados	-89,02
Valores facturados	98,10
Saldo actual	98,10



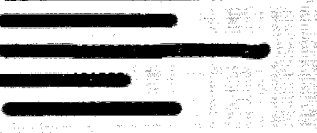
Dados do Contrato * Local de Consumo



TALÃO DE CONTROLO

EDP Distribuição - Energia, S.A.

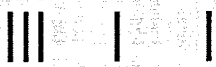
DADOS - COBRANÇA POR DÉBITO DIRECTO



Estimado(a) Cliente,

Se verificar que o NIB não está correctamente indicado, agradecemos que nos faça chegar essa informação, para o que poderá usar o telefone ou o endereço Internet:

↳ Linha EDP 800 505 505 ou www.edp.pt



Manual de utilização do simulador

Nesta manual é explicado de forma clara e objectiva os passos para a realização de uma simulação.

1. Carregar na folha “Preços”, os preços da potência referentes ao mês que se pretende simular. Para tal, existem já botões referentes a alguns meses.

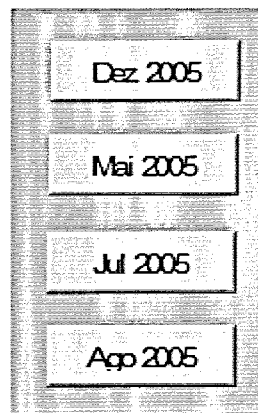


Figura 44 – Botões para carregar as tarifas de cada mês.

Caso se pretenda realizar uma simulação com outro mês, podem encontrar-se os valores para vários meses no endereço <http://www.comel.es>.

2. Ir à folha “Comercializador” e colocar o dia actual em 1 para iniciar a simulação no 1º dia do mês.

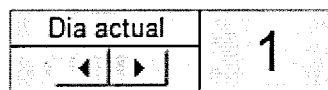


Figura 45 – Botão para alterar o dia actual.

Caso se pretenda, pode-se seleccionar um dia qualquer e realizar simulações para esse dia e para os seguintes dias.

3. Preencher na folha “Comercializador” a zona relativa ao consumo típico, com os valores que se pretender.
-

Consumo Típico																												
Horas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24				
kW	1.25	1.65	1.41	1.02	0.76	0.65	0.66	0.57	0.62	0.92	2.00	1.06	3	1.98	1.55	1.59	1.54	1.18	1.13	0.96	0.93	0.82	1	1.55	2.68	2.76	2.06	1.38

Figura 46 – Células a preencher com o consumo típico.

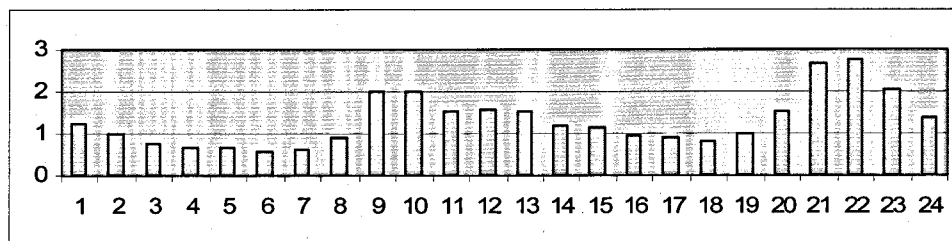


Figura 47 – Gráfico do consumo típico.

- Ainda na folha “Comercializador”, carregar no botão “Valores Iniciais.”, que vai atribuir valores iniciais, a todos os consumidores em todos os dias, iguais ao consumo típico escolhido anteriormente.

Realizando os passos até este ponto, o programa já tem dados para calcular as potências iniciais vendidas e os respectivos custos.

- Como ainda se está no 1º dia, é necessário atribuir um valor para as potências compradas pelo comercializador. Aqui pode-se atribuir um valor qualquer, mas convém que seja próximo dos valores iniciais da potência contratada. No seguinte exemplo de demonstração optou-se por colocar 100 em todas as horas.

Potência Vendida		Potência Comprada					Desvio kW
Total Horária(kW)	Custo (€)	Total Diária (kW)	Total Horária(kW)	Custo (cent€/kW)	Custo horário(€)	Total Diária (kW)	
62,5827	2,024186	1577,41742	100	5,3767	5,3767	2400	38,000
50,9985	1,890863		100	4,7229	4,7229		50,000
38,0885	1,0838		100	4,3148	4,3148		62,000
32,4384	0,928344		100	4,0313	4,0313		68,000
33,0680	0,813023		100	3,7870	3,7870		67,000
28,6081	0,59964		100	3,8563	3,8563		72,000
30,8571	0,728093		100	4,0509	4,0509		70,000
45,8540	1,046321		100	5,1611	5,1611		55,000
100,0531	2,251606		100	5,9472	5,9472		-1,000
99,0037	2,628136		100	6,2440	6,2440		1,000
77,2502	2,429882		100	6,5023	6,5023		23,000
79,3650	3,181234		100	6,8229	6,8229		21,000
77,0617	3,306171		100	6,8285	6,8285		23,000
58,8158	3,035341		100	6,3910	6,3910		42,000
56,4131	1,837581		100	5,6903	5,6903		44,000
48,1752	1,048556		100	5,5748	5,5748		52,000
46,3310	1,103304		100	5,3935	5,3935		54,000
41,2223	0,99671		100	5,7050	5,7050		59,000
49,7511	1,215134		100	6,5541	6,5541		51,000
77,3551	1,752905		100	6,4113	6,4113		23,000
133,8820	3,301496	100	6,0753	6,0753	-34,000		
137,7910	6,626251	100	5,5615	5,5615	-38,000		
103,2371	4,743392	100	5,0141	5,0141	-4,000		
69,2147	1,67445	100	4,7313	4,7313	31,000		

Figura 48 – Valores iniciais da potência adquirida pelo comercializador.

Para os restantes dias, os valores desta potência “Total horária” são calculados automaticamente.

Com os dados obtidos até ao momento, o simulador já calcula automaticamente os desvios entre a potência comprada e a potência vendida (“Desvio kW”), valores estes que se encontram na figura 45, os “Valores de Acerto”, os “Preços de Variação de Potência” e os “Preços Utilizados no Cálculo” que se encontram na figura 46.

Valores de Acerto		Preços de Variação de Potência				Preços Utilizados no cálculo	
Pg>Pc	Pg<Pc	Pg>Pc		Pg<Pc		Preço de Subir	Preço de Descer
CA1 (cent€/kW)	CA2 (cent€/kW)	CS1 (cent€/kW)	CD1 (cent€/kW)	CS2 (cent€/kW)	CD2 (cent€/kW)	(cent€/kW)	(cent€/kW)
3,0953	---	2,5909	8,8160	---	---	2,5909	8,8160
3,2619	---	1,7872	8,3472	---	---	1,7872	8,3472
3,5120	---	1,1540	8,2171	---	---	1,1540	8,2171
3,6457	---	0,7502	8,0821	---	---	0,7502	8,0821
3,3898	---	0,7362	7,5535	---	---	0,7362	7,5535
3,5575	---	0,6546	7,8090	---	---	0,6546	7,8090
3,7482	---	0,6775	8,2156	---	---	0,6775	8,2156
3,3782	---	2,1207	8,9147	---	---	2,1207	8,9147
---	0,0355	---	---	5,9866	5,9152	5,9866	5,9152
0,0776	---	6,1741	6,3303	---	---	6,1741	6,3303
1,9799	---	4,7204	8,7022	---	---	4,7204	8,7022
1,8565	---	5,1521	8,8856	---	---	5,1521	8,8856
2,0295	---	5,0019	9,0836	---	---	5,0019	9,0836
3,5685	---	3,1794	10,3560	---	---	3,1794	10,3560
3,4957	---	2,5441	9,5745	---	---	2,5441	9,5745
4,0181	---	1,9585	10,0394	---	---	1,9585	10,0394
4,1365	---	1,6707	9,9896	---	---	1,6707	9,9896
4,9641	---	1,2373	11,2207	---	---	1,2373	11,2207
5,0476	---	2,0112	12,1626	---	---	2,0112	12,1626
2,2703	---	4,3681	8,9338	---	---	4,3681	8,9338
---	1,5982	---	---	7,8511	4,6369	7,8511	4,6369
---	1,7251	---	---	7,4783	4,0089	7,4783	4,0089
---	0,1642	---	---	5,1966	4,8663	5,1966	4,8663
2,5383	---	2,4468	7,5516	---	---	2,4468	7,5516

Figura 49 – Células relativas aos “Valores de Acerto”, “Preços de Variação de potência” e “Preços Utilizados no Cálculo”.

Neste ponto, teremos que ter uma folha “Comercializador” idêntica à representadas nas figuras 47 e 48.

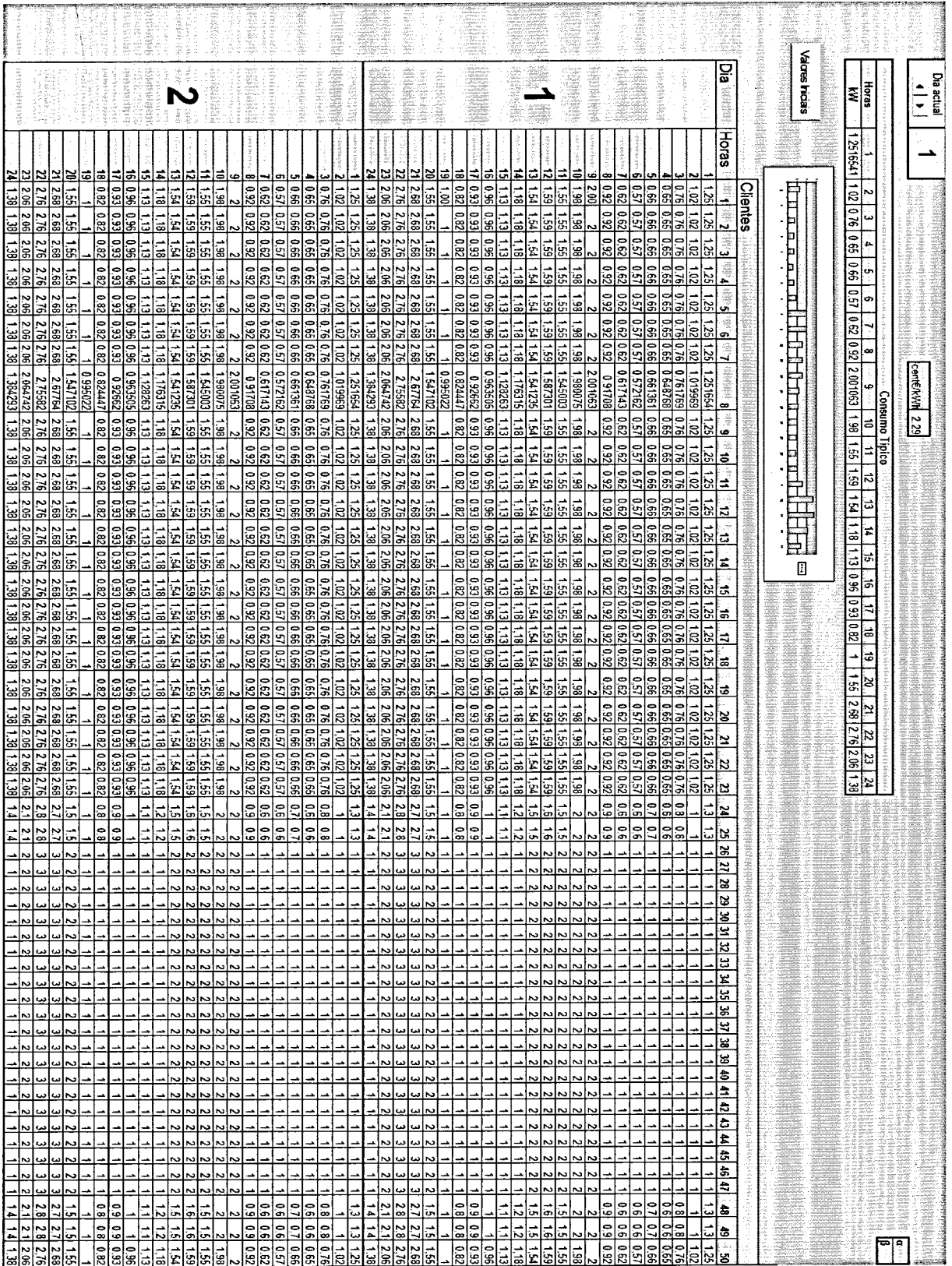


Figura 50 – Folha “Comercializador” (parte 1/2).

Potência Vendida		Potência Comprada		Valores de Ajuste		Preços de Venda de Potência		Preços Utilizados no cálculo		Horas	Dia	
Total (kW)	Custo (cent/kWh)	Total (kW)	Custo (cent/kWh)	Pg-Pc	Pg-Pc	Pg-Pc	Pg-Pc	Preço de Subir (cent/kWh)	Preço de Baixo (cent/kWh)			
62,5827	2,024186	100	5,3767	5,3767	38,000	3,0953	2,5939	8,8160	2,5939	8,8160	1	1
50,9935	1,890633	100	4,7229	4,7229	50,000	3,2619	2,5939	8,3472	1,912	8,3472	2	
38,0935	1,0638	100	4,3128	4,3128	62,000	3,5120	1,7872	8,3472	1,912	8,3472	3	
32,4384	0,928344	100	4,0313	4,0313	68,000	3,6457	0,7632	8,0821	0,7632	8,0821	4	
33,0680	0,813023	100	3,7870	3,7870	67,000	3,3998	0,7362	7,5535	0,7362	7,5535	5	
28,6081	0,93954	100	3,6653	3,6653	72,000	3,6575	0,6546	7,8050	0,6546	7,8050	6	
30,8571	0,728093	100	4,0509	4,0509	70,000	3,7482	0,6775	8,2155	0,6775	8,2155	7	
45,8540	1,046321	100	5,1611	5,1611	55,000	3,7782	2,1207	8,9147	2,1207	8,9147	8	
100,0531	2,251606	100	5,9472	5,9472	1,000	0,0355	0,0355	5,9865	5,9152	5,9152	9	
99,0037	2,628756	100	6,2440	6,2440	1,000	0,0776	6,1741	6,3303	6,1741	6,3303	10	
77,2502	2,429982	100	6,023	6,023	23,000	1,9799	4,7204	8,7022	4,7204	8,7022	11	
79,3550	3,181234	100	6,8229	6,8229	21,000	1,8595	5,1821	8,8856	5,1821	8,8856	12	
77,0617	3,306171	100	6,8285	6,8285	23,000	2,0295	5,0019	9,0835	5,0019	9,0835	13	
58,8158	3,035341	100	6,3910	6,3910	42,000	3,5685	3,1794	10,3560	3,1794	10,3560	14	
56,4131	1,837581	100	5,6903	5,6903	44,000	3,4567	2,5441	9,5745	2,5441	9,5745	15	
48,1752	1,048559	100	5,7148	5,7148	52,000	4,0181	1,9835	10,0394	1,9835	10,0394	16	
46,3310	1,103304	100	5,3935	5,3935	54,000	4,1385	1,6707	9,9986	1,6707	9,9986	17	
41,2223	0,99671	100	5,7050	5,7050	59,000	4,9641	2,0112	11,2207	2,0112	11,2207	18	
49,7511	1,215134	100	6,5541	6,5541	51,000	5,0476	2,0112	12,1625	2,0112	12,1625	19	
77,3551	1,752905	100	6,4113	6,4113	34,000	2,2703	4,3681	8,9338	4,3681	8,9338	20	
131,6820	3,301956	100	8,0753	8,0753	38,000	---	---	---	---	---	21	
103,2311	6,626251	100	5,5615	5,5615	38,000	---	---	---	---	---	22	
69,2747	1,67445	100	5,0141	5,0141	4,000	0,1642	2,4468	7,5515	5,1956	4,8653	23	
62,5827	3,163764	100	4,7313	4,7313	7,000	2,5383	2,4468	7,5515	2,4468	7,5515	24	
50,9935	2,993785	58,8409755	3,8827	2,6412	6,000	0,3744	3,3235	4,4703	3,3235	4,4703	2	2
38,0935	2,224534	56,0983005	3,2954	1,9799	6,000	0,3914	3,1771	3,9543	3,1771	3,9543	3	
32,4384	1,724408	41,897295	3,3215	1,3916	4,000	0,2295	3,1716	3,5733	3,1716	3,5733	4	
33,0680	1,418222	35,6822235	3,1388	1,1200	4,000	0,2145	2,9458	3,3771	2,9458	3,3771	5	
28,6081	1,363523	36,3748275	3,0030	1,0923	4,000	0,2024	2,8209	3,2279	2,8209	3,2279	6	
30,8571	1,384889	31,4688025	3,0219	0,9510	3,000	0,1482	2,8885	3,1666	2,8885	3,1666	7	
45,8540	1,701059	50,439411	3,8290	1,9313	5,000	0,2011	3,3219	3,7527	3,3219	3,7527	8	
100,0531	2,739567	110,0584485	5,2157	5,7403	11,000	0,7810	4,5128	6,0835	4,5128	6,0835	9	
99,0037	3,206025	108,9041065	6,0861	6,1085	10,000	0,7753	4,9104	6,4177	4,9104	6,4177	10	
77,2502	2,827032	84,915165	6,0861	5,1738	8,000	0,6687	5,4688	6,8538	5,4688	6,8538	11	
79,3550	3,301699	87,3015395	6,2174	5,4279	8,000	0,7012	5,8809	7,0032	5,8809	7,0032	12	
77,0617	3,20199	84,7679085	6,1299	5,1952	8,000	0,7059	5,9456	6,9143	5,9456	6,9143	13	
58,8158	2,72529	64,697325	5,1299	3,1927	6,000	0,4767	4,9999	5,5686	4,9999	5,5686	14	
56,4131	1,878962	62,054465	5,1401	2,7239	5,000	0,3854	4,8284	5,5686	4,8284	5,5686	15	
48,1752	1,267931	50,964111	5,2430	2,6720	5,000	0,3830	4,9883	5,6886	4,9883	5,6886	16	
46,3310	1,323165	54,344574	5,2981	2,6291	5,000	0,4207	5,4195	6,0555	5,4195	6,0555	17	
49,7511	1,397093	54,72621	6,5200	2,6203	5,000	0,4849	6,0786	7,0739	6,0786	7,0739	18	
77,3551	1,996213	65,096599	6,5922	5,6085	8,000	0,7897	5,8070	7,6586	5,8070	7,6586	19	
131,6820	3,669128	147,2101725	6,1915	9,1182	14,000	1,3112	5,0070	7,5539	5,0070	7,5539	20	
137,1910	6,407665	151,570089	6,0438	9,1806	14,000	1,2711	4,9998	7,4562	4,9998	7,4562	21	
103,2311	4,343784	113,560821	5,2493	5,9511	11,000	0,9032	4,8364	6,2529	4,8364	6,2529	22	
69,2747	1,54422	76,1361205	4,9357	3,7579	7,000	0,5732	4,4199	5,5725	4,4199	5,5725	23	
											24	

Figura 51 – Folha “Comercializador” (parte 2/2)

Nota: devido às elevadas dimensões, a folha de cálculo teve que ser posicionada na vertical e dividida em duas partes a partir do dia 3 para poder ser aqui apresentada.

6. Agora vamos deixar a folha “Comercializador” e passar para as folhas dos clientes (“C1”. “C2”, ..., “C50”). Na figura 49 apresenta-se um exemplo da interface disponível na folha de cada cliente.

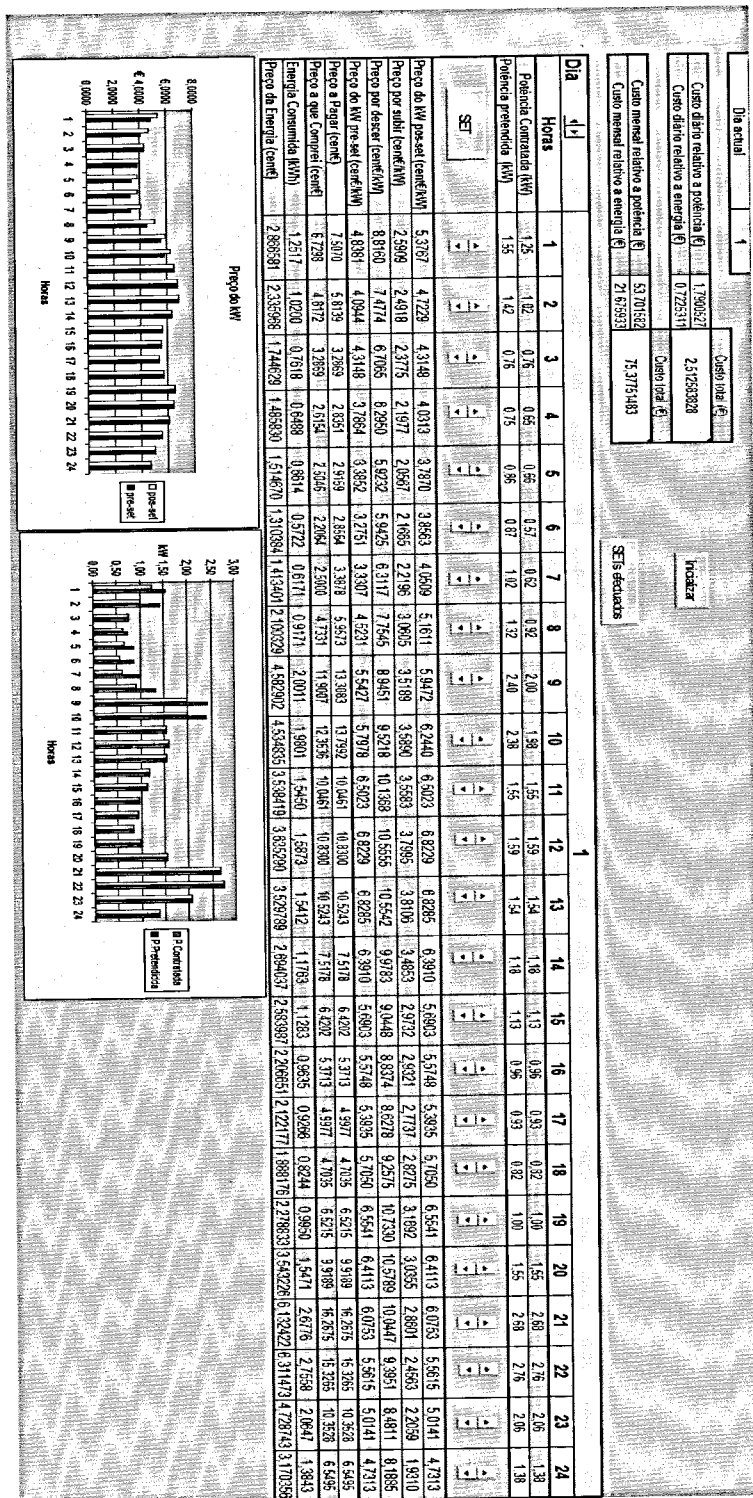


Figura 52 – Interface.

7. Nesta folha, deve-se actuar nos botões responsáveis pela variação do valor da potência pretendida de modo a obter os valores desejados. Estes botões são os indicados na figura 50.





Horas	1	2	3	4
Potência Contratada (kW)	1,25	1,02	0,76	0,65
Potência pretendida (kW)	2,05	0,72	0,76	0,75
SET				
Preço do kW pos-set (cent€/kW)	5,3767	4,7229	4,3148	4,0313
Preço por subir (cent€/kW)	2,5909	2,4918	2,3775	2,1977
Preço por descer (cent€/kW)	8,8160	7,4774	6,7065	6,2950
Preço do kW pre-set (cent€/kW)	4,2904	5,5331	4,3148	3,7864
Preço a Pagar (cent€)	8,8025	3,9836	3,2869	2,8351
Preço a que Comprei (cent€)	6,7298	4,8172	3,2869	2,6154
Energia Consumida (kWh)	1,2517	1,0200	0,7618	0,6488
Preço da Energia (cent€)	2,8666	2,3360	1,7446	1,4858

Figura 53 – Botões para variar a potência.

Caso se pretenda, pode-se carregar no botão “Inicializar” que irá colocar o consumo típico escolhido no ponto 3 na “Potência contratada” do cliente em causa.



Figura 54 – Botão “Inicializar”.

Também se pode optar por escrever directamente nas células os valores de potência pretendida.

8. Depois de introduzidos os valores da potência pretendida para todas as horas, pode efectuar-se a celebração do contrato dessa potência carregando no botão "SET".






Horas	1	2	3	4
Potência Contratada (kW)	2,05	0,72	0,76	0,75
Potência pretendida (kW)	2,05	0,72	0,76	0,75
				
Preço do kW pos-set (cent€/kW)	4,2904	5,5331	4,3148	3,7864
Preço por subir (cent€/kW)	2,6642	1,7872	1,1540	0,7502
Preço por descer (cent€/kW)	8,7255	8,3472	8,2171	8,0821
Preço do kW pre-set (cent€/kW)	4,2904	5,5331	4,3148	3,7864
Preço a Pagar (cent€)	8,8025	3,9836	3,2869	2,8351
Preço a que Comprei (cent€)	8,8025	3,9836	3,2869	2,8351
Energia Consumida (kWh)	2,0517	0,7200	0,7618	0,7488
Preço da Energia (cent€)	4,6988	1,6489	1,7446	1,7149

Figura 55 – Botão "SET".

O contrato será feito para o dia escolhido. A escolha do dia é feita actuando no seguinte botão:



Figura 56 – Botão para variar os dias.

Caso se pretenda, pode-se fazer os contratos para todos os dias do mês logo no dia 1 o que trás vantagens tanto para o cliente como para o comercializador.

9. Ainda nas páginas dos clientes, pode ver-se que existe uma zona com a informação dos custos diário e mensal estimados, relativos à potência e à energia.

		Custo total (€)
Custo diário relativo a potência (€)	1,8327922	2,928631452
Custo diário relativo a energia (€)	1,0958393	
		Custo total (€)
Custo mensal relativo a potência (€)	54,983765	87,85894357
Custo mensal relativo a energia (€)	32,875178	

Figura 57 – Zona relativa aos custos diário e mensal.

10. É possível ver os contratos já realizados actuando no botão “SETs efectuados”, que conduz a uma nova interface onde está todo o histórico dos contratos já realizados.

SETs efectuados

Figura 58 – Botão “SETs efectuados”.

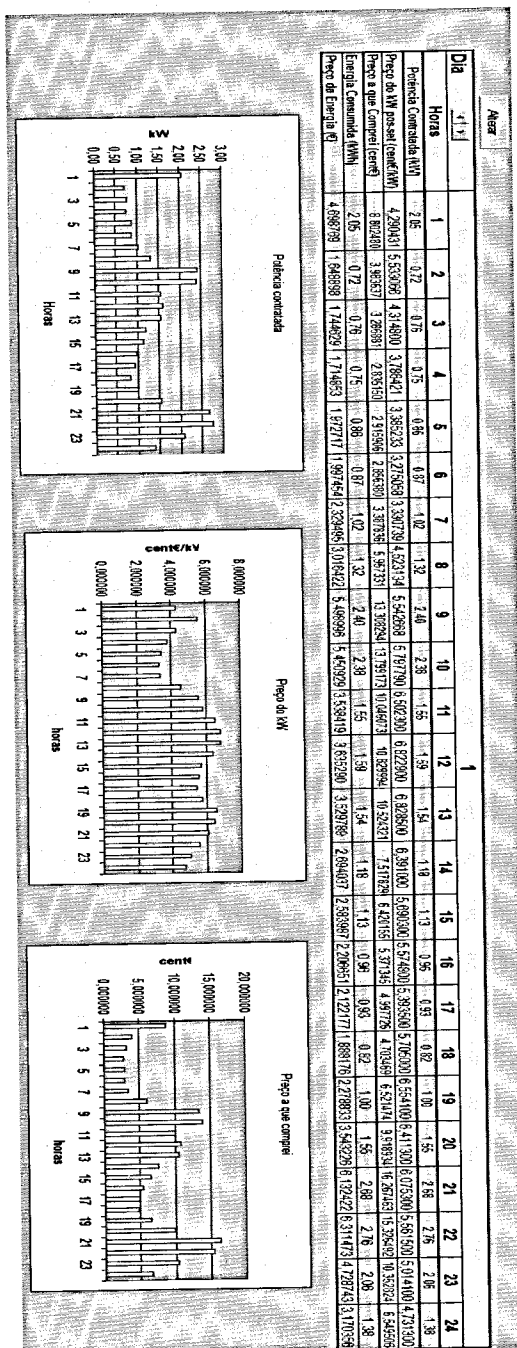


Figura 59 – Interface onde o cliente pode visualizar o seu histórico.

Caso se pretenda alterar algum dos contratos já realizados, basta actuar no botão “Alterar”, o que conduz de novo para a interface inicial das folhas dos clientes onde é possível proceder às alterações desejadas. Voltamos assim ao ponto 7 deste manual.

Atenção: as alterações só são possíveis para o dia correspondente ao dia actual e seguintes.

11. Após realizados vários contratos em diversos clientes, a folha “Comercializador” vai sofrendo alterações, pois, é nela que ficam registados todos os valores das potências contratadas para as 24 horas de cada dia do mês, relativos a cada cliente. As folhas “€ Potência” e “€ Energia” também vão sendo actualizadas com os valores dos preços que os clientes pagam pela potência e energia consumidas.
-

12. Na folha “€ Potência” encontram-se os resultados relativos às despesas e ganhos horários e diários do comercializador.

Total recebido por hora (€)	Potência		Total recebido (Pot+Ene)	Lucro (€)
	Total recebido por dia (€)	Total gasto por dia (€)		
6,20718327	152,0575	130,7481	236,697166	105,9491
5,34679618				
2,90233155				
2,44103644				
2,08852349				
1,74793211				
2,10757827				
3,21413703				
7,09254689				
8,192499				
7,48561323				
9,73545879				
9,98546019				
9,14788215				
5,56766788				
3,19071391				
3,35082973				
3,02100577				
3,80414141				
5,52066617				
10,3564467				
20,1133302				
14,3341095				
5,10356627	177,2223	92,0975	286,383201	194,2857
9,49129189				
8,9813574				
6,67390092				
5,17322396				
4,25466601				
4,0908703				
4,15466615				
5,10317793				
8,3878714				
9,61807582				
7,56939498				
9,9050684				
9,60597132				
8,17587099				
5,6368867				
3,80379376				
3,9695048				
4,22183563				
4,19127944				
5,68863981				
11,007385				
19,2229635				
13,0313534				
5,26326481				

Figura 60 – Zona relativa às despesas e ganhos horários e diários do comercializador.

Caso se pretenda ver os valores relativos à energia, estes encontram-se na folha “€ Energia”.



