



Matriz Energética de Lisboa

Elaborada no âmbito da definição
da Estratégia Energético Ambiental
para a Cidade de Lisboa

Ficha Técnica

Título

Matriz Energética do Concelho de Lisboa

Edição

Lisboa E-Nova – Agência Municipal de Energia-Ambiente de Lisboa

Coordenação

Lisboa E-Nova – Agência Municipal de Energia-Ambiente de Lisboa
Livia Tirone (Coordenação Geral)
Carla Pinto Leite (Colaboração)

Autores

Edifícios Saudáveis Consultores – Ambiente e Energia em Edifícios, Lda.
Ricardo Araújo Sá (Direcção Técnica)
Alexandre Varela (Técnico Responsável)
Alfredo Pinto de Oliveira (Colaboração)
Francisco Ramalheira (Colaboração)
com a colaboração (vertente “Transportes”) do
Centro de Estudos de Economia de Energia, Transportes e Ambiente
Carlos Laia (Direcção Técnica)

Agradecimentos

Sr. António Prôa

Fotografias

Peter Chlapowski (capa), Livia Tirone, Ken Nunes, Parque EXPO S.A., Fernando Guerra e Diogo Ivo Cruz

Design Gráfico e Produção

Addsolutions

Impressão

Câmara Municipal de Lisboa

Tiragem

1000 exemplares

ISBN

972-99760-0-7

Depósito Legal

...

Data

Setembro 2005

Informações Adicionais

Lisboa E-Nova – Agência Municipal de Energia-Ambiente de Lisboa
Rua dos Fanqueiros, 38 – 1.º
1100-231 Lisboa
Tel: 218847010
Fax: 218847029
Email: info@lisboaenova.org
Url: www.lisboaenova.org

Nota Legal

Os autores e a Lisboa E-Nova declinam qualquer responsabilidade pela utilização indevida de informação contida neste documento. É proibida a reprodução total ou parcial deste documento, sem autorização da Lisboa E-Nova.

Prefácio

O documento agora publicado, a Matriz Energética de Lisboa, é um importante relatório encomendado pela Agência Municipal de Energia e Ambiente, a Lisboa E-Nova. Não posso de deixar de exprimir a minha mais sincera satisfação por esta ferramenta ser agora uma realidade contribuindo assim, para a definição da Estratégia Energético-Ambiental da Cidade de Lisboa.

Este documento permitiu identificar a estrutura de consumos energéticos no Concelho de Lisboa e, servir num futuro próximo como um meio para a fundamentação de uma estratégia de intervenção futura para a racionalização dos desempenhos energéticos da Cidade.

A partir de agora, este documento vai ajudar todos os agentes decisores no Concelho de Lisboa, a identificar as áreas de actuação prioritárias, ou seja, as que justificarem maiores percentagens de consumo. Em seguida, será necessário identificar as oportunidades de intervenção, medidas para a racionalização dos consumos energéticos adequados às áreas de actuação prioritárias. Estas medidas terão que ser posteriormente analisadas quanto à sua viabilidade técnica e económica para assim definir as estratégias mais adequadas à efectiva execução das oportunidades de intervenção que se julguem mais interessantes.

Este documento representa assim um dos primeiros passos para a concretização da proposta de Estratégia Energético-Ambiental. Com base nesta estratégia serão definidos os indicadores e as metas de desempenho energético-ambientais para a cidade, sobre os quais seja possível alcançar consenso técnico e científico, no âmbito das estratégias e políticas da Comissão Europeia constituindo um instrumento de gestão sustentável essencial, que enquadrará todas as acções da Lisboa E-Nova.

Por outro lado, a Estratégia Energético-Ambiental vai permitir à Câmara Municipal de Lisboa executar o seu plano de sustentabilidade e lançar o processo Agenda 21 Local de uma forma transversal e sistemática.

Por isso, eu quero assumir aqui o compromisso de que pretendo utilizar a Matriz Energética como ferramenta essencial de gestão de consumos energéticos para definir as metas e os passos a dar no futuro para um melhor desempenho energético da cidade.

Entendo que a Matriz Energética, tal como a Matriz da Água, a Matriz dos Materiais e a Caracterização da Qualidade do Ar Interior serão ferramentas extremamente úteis e necessárias, daqui para a frente, para se poder avaliar de forma quantificada os fluxos que Lisboa pode gerar, permitindo a definição de indicadores e de metas de desempenho energético-ambiental para a cidade.

António Carmona Rodrigues

*Vice-Presidente da Câmara Municipal de Lisboa
Presidente da Assembleia Geral da Lisboa E-Nova*

O desenvolvimento sustentável de Lisboa constitui-se como um desafio que deve catalizar a acção de todos os agentes, públicos e privados, que intervêm na vida da Cidade.

Ciente desta realidade, a Lisboa E-Nova tem vindo a centrar a sua actividade, de forma sistematizada, na promoção e divulgação de boas práticas que visam a melhoria do desempenho energético – ambiental da Cidade de Lisboa.

Porque se trata de uma tarefa necessariamente transversal e que exige a mobilização de todos quantos dão vida à Cidade, a Lisboa E-Nova tem estimulado a participação de todos neste processo, começando nos decisores políticos, passando pelos agentes económicos e terminando nos Municípios em geral.

Enquadrada nestas acções, surge a Matriz Energética. Ela faz parte do Projecto PU1 – Estratégia Energético – Ambiental para Lisboa – e pretende afirmar-se como uma ferramenta por excelência do planeamento e gestão urbana, habilitando a Câmara Municipal de Lisboa a definir e avaliar a execução das suas políticas nestas áreas.

Assim, e atento o seu relevante carácter instrumental, decidiu o Conselho de Administração da Lisboa E-Nova levar ao prelo a Matriz Energética de Lisboa, na certeza que ela possibilitará a melhoria do desempenho sustentável da nossa Cidade.

Ana Sofia Bettencourt

Presidente do Conselho de Administração da Lisboa E-Nova

A Lisboa E-Nova, num serviço à cidade, assume a promoção da melhoria do desempenho energético-ambiental de Lisboa fazendo a síntese sistemática das actividades com o ambiente própria do conceito de sustentabilidade.

A Matriz aqui publicada, nas suas limitações, é colocada ao dispor de todos, enquanto peça indispensável à definição de políticas futuras à escala urbana, e ferramenta que permite conhecer alguns dos mais importantes fluxos quantificáveis gerados pela dinâmica da cidade, nomeadamente, os da energia e das emissões poluentes a ela associadas.

Com base nesta Matriz Energética será possível definir um Plano de Acção que consagre metas e elenque medidas concretas para melhorar o desempenho energético-ambiental da cidade.

A Matriz Energética teve como objectivo avaliar o impacte dos diversos sectores consumidores de energia, sempre de forma a poder fazer a ligação com um indicador universalmente aceite: – as emissões de CO₂ por habitante. Por isso, todos os consumos são expressos referindo-se à energia primária e não à energia final, que, no caso da electricidade não exprime de forma directa as respectivas emissões de CO₂.

Nas vésperas da transposição da Directiva Europeia 2002/91/CE, que introduz a certificação energética dos edifícios, torna-se necessário avaliar de forma contínua o desempenho energético-ambiental do edificado, sendo urgentemente necessárias novas políticas, também, para os transportes.

É com muito interesse e expectativa que o Conselho Consultivo da Lisboa E-Nova valida esta ferramenta – a Matriz Energética de Lisboa – recomendando que a mesma seja actualizada de forma contínua.

Eduardo Oliveira Fernandes

*Presidente do Conselho Consultivo da Lisboa e-Nova
Professor da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto*

Apresentação

Com a definição da Estratégia Energético-Ambiental para Lisboa, a Lisboa E-Nova lança uma plataforma de diálogo contínuo, que assenta numa leitura objectiva do desempenho da cidade e para, desta forma, tornar possível a participação informada dos cidadãos, dos actores económicos e dos decisores políticos.

Será através deste diálogo que a Lisboa E-Nova dará o seu mais relevante contributo à cidade, ao divulgar novas áreas e oportunidades de mercado através das quais será possível introduzir a mudança de práticas e de comportamentos que conduzam ao desenvolvimento sustentável.

Com a Estratégia Energético-Ambiental e as respectivas ferramentas, nas quais se inclui a presente Matriz Energética, Lisboa terá ao seu dispor a informação actual e operacional na perspectiva da sustentabilidade e da qualidade ambiental, para definir políticas e fixar metas de desempenho para a cidade e promover as medidas adequadas a esse fim.

Estas medidas orientar-se-ão por indicadores de desempenho energético-ambiental, enquadrados nas estratégias e políticas nacionais e da Comissão Europeia, visando cumprir, à escala local, a responsabilidade subscrita por Portugal no âmbito do Protocolo de Kyoto e de Lisboa no âmbito da Carta de Aalborg (European Sustainable Cities & Towns Campaign - the Aalborg Charter).

Uma maior eficiência energética pelo lado da procura, a redução da dependência de combustíveis fósseis, a descentralização da produção de energia, o aumento do contributo de energias renováveis para o balanço energético local - oferecendo a Lisboa também uma expressão de geradora de energia final em vez de apenas consumidora - são alguns dos desafios implícitos nesta Matriz Energética, cuja elaboração contou também com os contributos de um grande número de especialistas de reconhecido mérito na área da energia, que participaram no 'workshop' com esta finalidade.

A Lisboa E-Nova está permanentemente à disposição da cidade para contribuir para o processo do desenvolvimento sustentável, de forma sistemática e transversal.

Livia Tirone
Administradora Delegada da Lisboa E-Nova

Índice

13	1. SUMÁRIO EXECUTIVO
14	1.1 Introdução
15	1.2 Trabalho Realizado
16	1.3 Resultados
18	1.4 Conclusões e Recomendações
21	2. INTRODUÇÃO
22	2.1 Apresentação
22	2.2 Objectivos
23	2.3 Organização do Documento
25	3. TRABALHO REALIZADO
26	3.1 Opções Assumidas na Elaboração da Matriz Energética
26	3.1.1 Energia final “versus” energia primária
27	3.1.2. Unidades de energia primária
28	3.2 Descrição do Trabalho Realizado
30	3.3 Avaliação Qualitativa do Trabalho Realizado
35	4. APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS
36	4.1 Introdução
36	4.2 Caracterização Sumária do Sector Eléctrico
37	4.3 Caracterização do Consumo de Energia no Concelho de Lisboa
37	4.3.1 Introdução
38	4.3.2 Desagregação dos consumos pelas diferentes formas de energia utilizadas
40	4.3.3 Desagregação dos consumos pelos diferentes sectores de actividade
41	4.3.4 Desagregação dos consumos associados aos edifícios
41	4.3.4.1 Introdução
42	4.3.4.2 Edifícios de serviços
44	4.3.4.3 Edifícios residenciais
45	4.3.5 Desagregação dos consumos associados aos transportes
47	4.4 SÍNTESE
51	5. CONCLUSÕES
57	ANEXO 1: Caracterização Sumária do Sistema Eléctrico de Portugal Continental
58	ANEXO 2: Principais Fluxos de Energia no Concelho de Lisboa
61	ADENDA À MATRIZ ENERGÉTICA DE LISBOA - Março 2005
62	1. Introdução
63	2. Matriz Energética Expressa em Energia Final
67	3. Análise da Influência do Sistema Electroprodutor
68	4. Referências





I. Sumário Executivo

I. Sumário Executivo

I.1 Introdução

Apresentam-se os resultados de um trabalho, elaborado para a Agência Municipal de Energia e Ambiente de Lisboa – Lisboa E-Nova – que teve como objectivo a elaboração da Matriz Energética do Concelho de Lisboa. Importa antes de mais referir que:

- Este trabalho incluiu a pré-desagregação dos consumos de energia pelos diferentes sectores de actividade (indústria, transportes, residencial e serviços), incluindo a desagregação possível ao nível dos serviços (ex.: escritórios, hotéis, comércio, etc.), a desagregação detalhada ao nível do sector residencial (aquecimento de água sanitária, tratamento ambiental, etc.) e a desagregação detalhada dos consumos de energia pelos diferentes modos de transporte (transporte rodoviário, transporte ferroviário e transporte fluvial) e ainda um exercício de desagregação do modo rodoviário (individual, colectivo e de mercadorias) e do modo ferroviário (eléctrico, metro e comboio);
- O sector industrial não foi alvo de estudo detalhado porque, por um lado os consumos de energia deste sector são, em Lisboa, pouco significativos face aos consumos de outros sectores e por outro porque este sector já terá beneficiado de uma optimização dos seus processos o que reduz drasticamente o potencial de intervenção da Agência;
- Por razões de ordem prática, ligadas à necessidade de recolher informação de diferentes fontes, o ano mais recente em relação ao qual foi possível a obtenção do

conjunto total de informação necessária foi o ano de 2002. Portanto, este é o ano de referência deste trabalho;

- Este trabalho foi elaborado com o pressuposto de que o conhecimento da estrutura de consumos energéticos do Concelho de Lisboa – Matriz Energética – deve ser encarado como uma ferramenta de gestão dos impactos ambientais, económicos, etc. associados à produção e utilização de energia. Nestas circunstâncias, optou-se por alongar a fronteira do balanço



© Parque EXPO S. A.

energético da cidade até às infra-estruturas de produção da energia eléctrica. Como é sabido, ao contrário dos combustíveis fósseis, esta forma de energia não é um recurso natural, devendo ser produzida à custa de outras formas de energia antes de ser utilizada. Neste trabalho foi calculada a quantidade de energia “recurso” (ex.: fuelóleo ou gás natural) necessária à produção de

cada kWh eléctrico. Em todas as desagregações energéticas que se apresentam a electricidade é convertida na quantidade equivalente de energia “recurso”. Tecnicamente, trata-se de elaborar a estrutura dos consumos energéticos em unidades de “energia primária”. Esta é a única perspectiva que permite a visão sem distorções dos impactos associados aos consumos energéticos das diferentes utilizações.

1.2 Trabalho Realizado

O trabalho de caracterização da estrutura do consumo de energia primária do Concelho de Lisboa consistiu basicamente na recolha e tratamento de informação de carácter estatístico com diversas origens.

Destaque-se:

- Informação publicada pela DGGE, que foi utilizada para desagregar os consumos de energia pelas diferentes tipologias de utilização, com a excepção do gás natural;
 - Informação recolhida junto da LisboaGás que permitiu a desagregação do consumo de gás natural pelas diferentes tipologias de utilização;
 - Informação publicada pela EDP que foi utilizada para calcular o factor de conversão do kWh eléctrico para energia primária;
 - Informação publicada pelo INE, informação divulgada no âmbito do Programa P3E e informação com origem na base de dados da “Edifícios Saudáveis” que foi utilizada para o cálculo da desagregação detalhada dos consumos de energia primária dentro das tipologias de utilização acima descritas (ex.: desagregação dos consumos associados à tipologia “edifícios residenciais” pelas diferentes utilizações de energia nesta tipologia – aquecimento de água sanitária, electrodomésticos, etc.);
 - Informação recolhida directamente junto das empresas de transportes colectivos a operar na Área Metropolitana de Lisboa;
 - Informação publicada pela DGTT (Direcção-Geral dos Transportes Terrestres), sobre o “Inquérito Geral à Mobilidade na Área Metropolitana de Lisboa”, para o exercício de desagregação do modo rodoviário;
 - Estudos sectoriais do PNAC no sector dos transportes, para utilização de factores de Intensidade Energética por modo de transporte;
 - Informação sobre a caracterização do sector dos transportes e mobilidade, de âmbito local e regional, publicada no PROTAML “Plano Regional de Ordenamento do Território da Área Metropolitana de Lisboa”.
- Entretanto, é relevante mencionar que, por insuficiências ao nível da informação disponibilizada pelas instituições mencionadas, nomeadamente quando estão em causa unidades territoriais do tipo “Concelho”, foi necessário assumir algumas hipóteses. No entanto, uma análise de sensibilidade relativa ao erro máximo introduzido pela adopção destas hipóteses, permite afirmar com

segurança que, no que diz respeito à desagregação do consumo de energia primária pelas principais tipologias de utilização (edifícios residenciais e de serviços, transportes, indústria e outros), este erro é seguramente inferior a 10%¹.

Finalmente, no que diz respeito à desagregação detalhada dos consumos energéticos, no seio dos diferentes sectores considerados, refira-se que:

- Os consumos associados às diferentes utilizações de energia do sector residencial foram calculados tendo em atenção, os consumos específicos médios², o número de agregados familiares residentes no Concelho e as taxas de penetração dos diferentes equipamentos que justificam os consumos energéticos. A diferença de energia primária entre os consumos totais do sector, calculados desta forma, e os consumos calculados a partir do tratamento de informação estatística, é muito reduzida (inferior a 1% no total de energia primária). A consistência deste resultado reforça a solidez da desagregação sectorial, e permite um elevado grau de confiança no que diz respeito à desagregação detalhada dos consumos do sector residencial;
- Os consumos associados às diferentes tipologias do sector dos serviços foram calculados tendo em atenção a desagregação dos consumos de energia eléctrica fornecida pela DGGE e a desagregação dos consumos de gás natural fornecida pela Lisboagás (refira-se que estas duas formas de energia

representam cerca de 95% da energia primária utilizada por este sector. Nestas circunstâncias o erro máximo a este nível é também muito reduzido.

1.3 Resultados

Os principais resultados do trabalho realizado sintetizam-se em seguida:

- O consumo total de energia primária do Concelho de Lisboa ascende a cerca de 15.000 GWh, o que corresponde a aproximadamente 6% do consumo de Portugal Continental;
- O consumo anual, per capita, no Concelho de Lisboa é ligeiramente superior à média de Portugal Continental (10%)³, embora significativamente inferior (35%) à média Europeia (EU15);
- A forma de energia com maior peso no consumo de energia primária do Concelho é, destacadamente, a electricidade, que representa, por si só, cerca de 41% deste consumo. Seguem-se o gasóleo (23%) as gasolinas (16%), o fuelóleo e o gás natural (8% cada). Os gases de petróleo liquefeito (GPL – butano e propano) representam, no seu conjunto, menos de 3% do consumo de energia primária do Concelho. Refira-se ainda a existência de um conjunto de outras formas de energia cuja expressão individual é muito pouco significativa (ex.: gasóleo colorido, petróleo iluminante, etc.);

¹ Mesmo que todas as hipóteses assumidas pela Edifícios Saudáveis estivessem completamente erradas, o erro seria apenas ligeiramente superior a 10% (obviamente que esta afirmação é baseada na presunção de que a informação estatística disponibilizada pelas diferentes instituições é fiável).

² Estimados com recurso à base de dados da "Edifícios Saudáveis".

³ Este indicador deverá ser interpretado com prudência na medida em que inclui efeitos combinados de factores contraditórios (por um lado, o pouco peso sector industrial no Concelho provoca um abaixamento do consumo per capita, por outro, o facto de muitas pessoas que não vivem em Lisboa passarem aí grande parte do seu dia, provoca um aumento deste consumo).

- Os edifícios são os principais utilizadores de energia primária do Concelho, sendo responsáveis por cerca de 46% deste consumo. Este resultado não surpreende, na medida em que eles são os grandes responsáveis pelo consumo de energia eléctrica. Os transportes são os segundos maiores responsáveis pelo consumo de energia primária (42%). Como seria de esperar o peso da indústria no balanço energético do Concelho é reduzido: este sector representa apenas 10% do consumo de energia primária;



Livia Thorne

- Dentro dos edifícios, assumem especial destaque os edifícios de serviços, responsáveis por 65% dos consumos de energia primária do parque edificado do Concelho (30% do consumo total do Concelho e cerca de 2% do consumo total de energia primária de Portugal Continental). Estes incluem uma grande diversidade de tipologias

sendo possível destacar a Hotelaria e Restauração, a Banca e Seguros e a Administração Pública (representando, respectivamente, 15%, 11% e 9% do consumo de energia primária do parque edificado de serviços do Concelho). Os sectores da Educação e Saúde, pelo seu lado, representam, cada um, cerca de 6% dos consumos de energia primária do parque edificado de serviços do Concelho;

- Os edifícios do sector residencial são responsáveis por 35% dos consumos de energia primária do parque edificado do Concelho (16% do consumo total do Concelho e cerca de 1% do consumo total de energia primária de Portugal Continental). Este consumo distribui-se por uma grande variedade de utilizações, onde é possível destacar, o aquecimento de água sanitária, o frio doméstico, o aquecimento ambiente, a preparação de refeições, a iluminação e a lavagem mecânica (representando, respectivamente, 25%, 18%, 17%, 16%, 10% e 6% do consumo de energia primária do parque edificado residencial do Concelho);
- No sector dos transportes, o modo rodoviário é responsável por mais de 95% do consumo de energia primária do sector, enquanto que o modo ferroviário representa apenas 4% e o modo fluvial tem uma expressão muito reduzida (da ordem dos 0,5%);
- A estimativa efectuada para a desagregação dos diferentes modos do transporte rodoviário, com recurso aos dados existentes, apontam para um peso semelhante do consumo de energia entre o

transporte de passageiros e de mercadorias. Quanto ao transporte de passageiros, mais de 90% do consumo refere-se a transporte individual e apenas o restante a transporte colectivo.

1.4 Conclusões e Recomendações

A estrutura de consumos de energia primária do Concelho de Lisboa foi detalhadamente descrita, sendo agora possível, com um grau de detalhe significativo, conhecer quais as formas de energia consumidas e quais as utilizações responsáveis por esse consumo. Entretanto, e tal como já foi referido, este conhecimento não constitui um fim em si mesmo, mas apenas uma ferramenta para a definição de uma estratégia para a racionalização dos consumos energéticos. Nesta perspectiva importa destacar:

- A pertinência da opção pela utilização da energia primária em detrimento da energia final: recorde-se que só assim é possível identificar claramente os edifícios como os principais responsáveis pelos impactos ambientais e económicos associados ao consumo de energia no Concelho de Lisboa (em termos de energia final, os transportes são os maiores utilizadores de energia, representando mais de 50% do consumo, mas tal não tem uma correspondência directa com os referidos impactos ambientais e económicos...);
- A possibilidade de utilizar a Matriz Energética como ferramenta para a identificação dos alvos prioritários e, muito importante, como ferramenta de cálculo do potencial impacto



Livia Tirone

de eventuais medidas de racionalização de consumos. A título de exemplo⁴, é agora possível afirmar que:

- A adopção de políticas activas que levem à instalação de colectores solares térmicos activos em todas as unidades de habitação existentes no Concelho conduziria a uma economia de energia primária de cerca de 2% face ao consumo actual do Concelho⁵;
- A adopção de políticas activas, com vista à optimização da gestão energética dos edifícios de serviços, que permitisse uma economia média de 10% em todos os edifícios de serviços, conduziria a uma economia de energia primária de cerca de 3% face ao consumo actual do Concelho;
- A adopção de políticas activas, com vista à optimização da gestão energética dos edifícios da administração pública, que permitisse uma economia média de 10%

⁴ Tratam-se apenas de exemplos destinados a facilitar a percepção do potencial de utilização da Matriz Energética como ferramenta de definição de uma estratégia energética, pelo que a preocupação principal foi a selecção de exemplos bem ilustrativos (nem sempre realistas...).

⁵ Admitindo um factor solar médio de 50%.

em todos os edifícios, conduziria a uma economia de energia primária de cerca de 0,3% face ao consumo actual do Concelho;

- Etc., etc., etc..

Em síntese, é possível afirmar que foi criada uma ferramenta que permite avançar para a identificação dos alvos prioritários e para a quantificação dos impactos de eventuais medidas de intervenção, adequadas aos alvos prioritários seleccionados. Importa agora trabalhar intensamente sobre os resultados obtidos, por forma a seleccionar os alvos prioritários, identificar medidas de intervenção adequadas aos alvos identificados e quantificar o impacto dessas medidas em termo de economia de energia primária (admitindo taxas de penetração realistas, que tenham em conta, entre outros, os investimentos necessários e as dificuldades técnicas e sociais inerentes à implementação das medidas identificadas).

Finalmente, refira-se que se deve também ponderar o alargamento e aumento da capacidade da ferramenta no que diz respeito aos edifícios de serviços (quer aumentando o nível de desagregação tipológica quer passando para a desagregação por utilizações nas principais tipologias).





2. Introdução

2. Introdução

2.1 Apresentação

Apresentam-se os principais resultados de um trabalho que decorreu durante os meses de Agosto, Setembro e Outubro de 2004 e que teve como objectivo a elaboração da Matriz Energética do Concelho de Lisboa.

Este trabalho incluiu:

- A pré-desagregação dos consumos de energia pelos diferentes sectores de actividade (indústria, transportes, residencial e serviços), incluindo a desagregação possível ao nível dos serviços (ex.: escritórios, hotéis, comércio, etc.);
- A desagregação detalhada dos consumos de energia pelas diferentes utilizações do sector residencial (aquecimento de água sanitária, tratamento ambiental, etc.);
- A desagregação detalhada dos consumos de energia pelos diferentes meios de transporte (transporte individual, transporte colectivo, transportes de mercadorias, etc.).

Importa referir que, estas desagregações foram efectuadas tendo, exclusivamente, em atenção, as utilizações energéticas relevantes no âmbito da possível intervenção da Lisboa E-Nova. Esta condição determinou a opção por não avançar, nesta fase, com um estudo detalhado ao nível dos consumos do sector industrial: por um lado, os consumos de energia deste sector são, em Lisboa, pouco significativos face aos consumos de outros sectores (ex.: edifícios residenciais e de serviços e transportes). Por outro e devido, entre outras coisas, à necessidade de redução de custos inerente à sobrevivência em regime

de mercado, este sector já terá beneficiado de uma optimização dos seus processos o que reduz drasticamente o potencial de intervenção da Agência.

2.2 Objectivos

Importa agora referir que, por muito interessantes que possam ser os resultados decorrentes da elaboração desta matriz, eles não devem ser entendidos como um fim em si mesmos, mas apenas como um meio para a fundamentação de uma estratégia de intervenção consistente para a racionalização dos consumos energéticos no Concelho de Lisboa. O que está em causa é o conhecimento da estrutura de utilização de energia no Concelho, com o grau de detalhe possível, para:

- Em primeiro lugar, identificar as áreas de actuação prioritárias (em principio, as que justificaram maiores percentagens do consumo);
- Depois, identificar oportunidades de intervenção (medidas para a racionalização dos consumos energéticos) adequadas às áreas de actuação prioritárias;
- Em seguida, avaliar a viabilidade técnica e económica das medidas identificadas;
- Finalmente, definir as estratégias mais adequadas à efectiva implementação das oportunidades de intervenção mais interessantes (identificadas na fase de análise de viabilidade técnica e económica).

Apresenta-se na Figura 1 um esquema da lógica de actuação acima descrita.



Fig. 1 A Matriz Energética como ferramenta de gestão de consumos energéticos

2.3 Organização do documento

No presente documento apresentam-se os principais resultados relativos à caracterização da estrutura do consumo de energia no concelho de Lisboa (Matriz Energética de Lisboa). Assim:

- Na secção 3 apresenta-se a justificação das principais opções que foram assumidas na elaboração da Matriz Energética bem como uma breve descrição do trabalho realizado;
- Na secção 4 apresentam-se os principais resultados relativos à estrutura de consumos de energia no Concelho de Lisboa;
- Na secção 5 apresentam-se as principais conclusões do trabalho realizado.





3. Trabalho Realizado

3. Trabalho Realizado

3.1 Opções assumidas na elaboração da Matriz Energética

3.1.1 Energia final “versus” energia primária

Tendo em atenção que o conhecimento da estrutura de consumos energéticos do Concelho de Lisboa – Matriz Energética – não é mais do que uma ferramenta para a definição da estratégia de intervenção para a racionalização dos consumos energéticos, importa reflectir sobre a perspectiva sob a qual estes consumos devem ser encarados. A este nível existem duas opções possíveis, a saber (ver Figura 2):

- A perspectiva local, em que se estabelece como fronteira a “cidade”, sendo que, deste

ponto de vista, o kWh de electricidade tem o mesmo peso do que o kWh de qualquer outra forma de energia. Tecnicamente, trata-se de elaborar a estrutura dos consumos energéticos em unidades de “energia final”;

- A perspectiva global, em que se alarga a fronteira até às infra-estruturas de produção de energia eléctrica que, como é sabido, ao contrário dos combustíveis fósseis, esta forma de energia não é um recurso natural que se utiliza na cidade, devendo ser produzida, à custa de outras formas de energia antes de ser utilizada. Tecnicamente, trata-se de elaborar a estrutura dos consumos energéticos em unidades de “energia primária”.

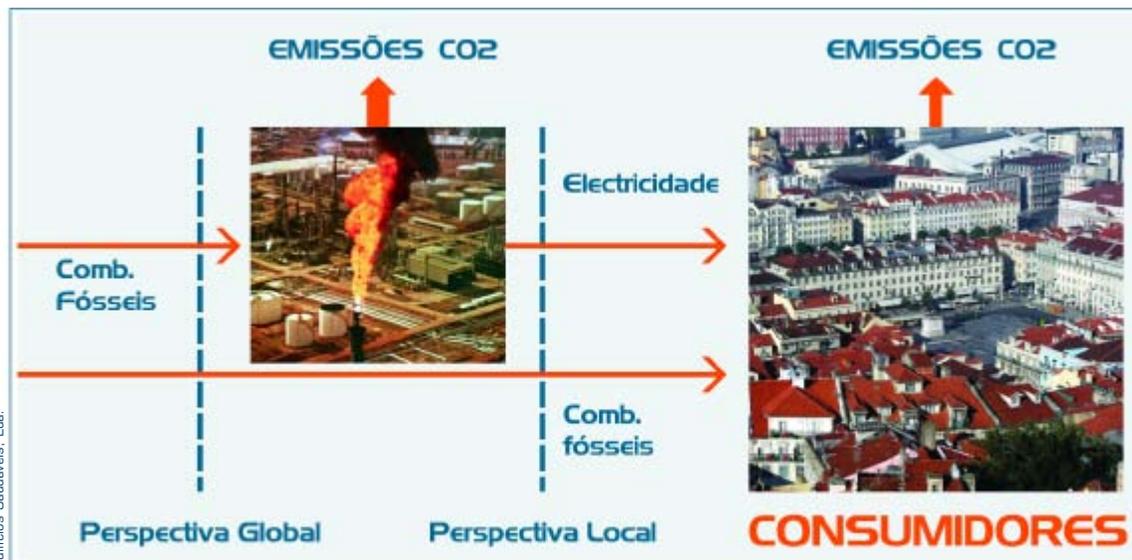


Fig. 2 Perspectivas do consumo energético: global (energia primária) ou local (energia primária)

Tendo em atenção os objectivos em causa racionalização de consumos energéticos – optou-se pela “perspectiva global”. Com efeito, só esta perspectiva permite uma quantificação realista dos impactos ambientais e económicos associados ao consumo de energia. A título de exemplo:

- Na perspectiva local, a substituição de um termoacumulador eléctrico de efeito de “Joule” por um esquentador a gás representa um aumento no consumo de energia final (o rendimento do esquentador a gás é, nesta perspectiva, inferior ao do termoacumulador eléctrico);
- Na perspectiva global a substituição de um termoacumulador eléctrico de efeito de “Joule” por um esquentador a gás representa uma redução no consumo de energia primária (o rendimento do esquentador a gás é, nesta perspectiva, superior ao do termoacumulador eléctrico porque são contabilizadas as ineficiências do sistema electroprodutor);
- Atendendo a que a racionalização de consumos energéticos tem ela própria por objectivos, entre outros, o respeito pelos valores de Quioto (redução das emissões de gases com efeito de estufa), a redução da nossa dependência externa no que diz respeito à importação de energia, etc., facilmente se compreende que só a perspectiva global faz sentido, já que a substituição acima referida (termoacumulador eléctrico de efeito de “Joule” por um esquentador a gás) representa uma redução nas emissões de CO₂ e uma redução no consumo de energia primária. Portanto, a perspectiva local dar-nos-ia uma visão

distorcida da realidade, que não se adequaria aos objectivos que nortearam a elaboração desta matriz.

Entretanto, esta opção, embora óbvia no contexto dos objectivos deste trabalho, implica um trabalho adicional, face ao necessário quando está apenas em causa a estrutura dos consumos de energia final. Com efeito, os cálculos em unidades de energia primária implicam o conhecimento do factor de conversão de electricidade em energia primária inerente ao sistema eléctrico nacional. Este factor depende do “mix” energético utilizado na produção de energia eléctrica e da eficiência do sistema (incluindo a produção, transporte e distribuição de energia), podendo sofrer pequenas oscilações entre anos diferentes, em função do nível de integração de fontes renováveis de energia⁶, entre outros. Na secção seguinte apresentar-se-á, com maior detalhe, a metodologia de cálculo e o factor de conversão utilizados.

3.1.2 Unidades de energia primária

Importa ainda fazer uma referência a uma opção porventura menos consensual, de um ponto de vista estritamente técnico, mas certamente capaz de facilitar a interpretação deste documento por leitores menos familiarizados com a problemática da energia: a opção pela utilização dos múltiplos do Wh (kWh, MWh, GWh, etc.) como unidades de energia primária em detrimento das tradicionais “toneladas equivalentes de petróleo” (tep). Importa deixar claro que esta opção, embora

⁶ A este nível importa destacar a importância das variações anuais associadas à componente hídrica do sistema electroprodutor, consequência óbvia das variações nos níveis de precipitação entre os diferentes anos.

pouco habitual, em nada prejudica o rigor das análises já que entre o Wh e o tep existe uma relação absolutamente inequívoca e constante⁷.

3.2 Descrição do Trabalho Realizado

Apresenta-se em seguida, uma breve descrição do trabalho realizado.

Importa antes de mais referir que, a necessidade de recolher informação de diferentes fontes, condiciona o nível de actualização com que o trabalho pode ser feito. Neste caso concreto, o ano mais recente em relação ao qual foi possível a obtenção do conjunto total de informação relevante foi o ano de 2002. Portanto, este é o ano de referência deste trabalho e a estrutura de consumos que se apresenta diz respeito a este ano.

O trabalho de caracterização da estrutura do consumo de energia primária do Concelho de Lisboa implicou a utilização de informação:

- Publicada pela DGGE⁸, pela DGTT⁹, pelo INE¹⁰ e pela EDP¹¹;
- Directamente obtida junto de alguns “comercializadores” de energia (ex.: distribuidor de gás natural na cidade de

Lisboa¹²);

- Em informação divulgada no âmbito do Programa P3E¹³;
- Na base de dados da “Edifícios Saudáveis” relativa aos consumos específicos dos edifícios¹⁴;
- Directamente obtida junto de alguns operadores de transportes da Área Metropolitana de Lisboa (nomeadamente Carris, Metropolitano de Lisboa, e Rodoviária de Lisboa).

A informação obtida, a partir das fontes citadas, foi trabalhada pela equipa da “Edifícios Saudáveis” de modo a ser transformada em informação útil tendo em atenção os objectivos do trabalho em causa. Assim:

- A informação publicada pela DGGE foi utilizada:
 - Para desagregar os consumos de electricidade pelas diferentes tipologias de utilização descritas (edifícios residenciais, edifícios de serviços, indústria, transportes¹⁵ e outras utilizações). Ao nível dos consumos de energia eléctrica a informação disponibilizada pela DGGE permite a desagregação referida ao nível do Concelho;

⁷ 1 tep = 11.628 kWh (note-se que quando está em causa a electricidade, o coeficiente de conversão do kWh eléctrico para a tep de energia primária terá de ter em atenção a quantidade de energia primária necessária para a produção do kWh eléctrico.⁸Note-se que mesmo que todas as hipóteses assumidas pela Edifícios Saudáveis estivessem completamente erradas o erro seria apenas ligeiramente superior a 10% (obviamente que esta afirmação é baseada na presunção de que a informação estatística disponibilizada pelas diferentes instituições é fiável).

⁸ DGGE: Direcção Geral de Geologia e Energia;

⁹ DGTT: Direcção Geral de Transportes Terrestres;

¹⁰ INE: Instituto Nacional de Estatística;

¹¹ EDP: Electricidade de Portugal

¹² LisboaGás.

¹³ P3E: Programa para a Eficiência Energética dos Edifícios, promovido pela DGGE.

¹⁴ Este base de dados inclui, entre outras, informação proveniente dos Projectos Europeus CIEL (“End-Use Measurement Campaign in the Domestic Sector”), ECODROME (“Etude Experimental des Appareils Electromenagers a haute Efficacite Energetique Places en Situation Reelle”), etc. do estudo nacional “Caracterização dos Consumos Energéticos no Sector Doméstico”, realizado em 1996 pelo “Centro para a Conservação de Energia” e a EDP e informação directamente obtida da experiência de 7 anos de realização de auditorias energéticas em edifícios de serviços e residenciais multifamiliares.

¹⁵ Recorde-se que alguns meios de transporte, nomeadamente o transporte ferroviário e o metro, utilizam como fonte energética para a sua locomoção a electricidade.

- Para conhecer a desagregação dos consumos de combustíveis fósseis pelas diferentes tipologias de utilização. No entanto, ao nível dos consumos de combustíveis fósseis a informação disponibilizada pela DGGE permite apenas desagregação referida ao nível do Distrito. No que diz respeito ao Concelho, a informação disponibilizada permite somente conhecer a quantidade total de combustíveis fósseis utilizados (com excepção, para o ano de referência deste trabalho, do gás natural)¹⁶. Esta lacuna foi contornada considerando que a desagregação do consumo de combustíveis fósseis no Concelho de Lisboa segue um padrão semelhante ao médio do distrito¹⁷.
- A informação recolhida junto da LisboaGás permitiu a desagregação ao nível do Concelho do consumo de gás natural pelas diferentes tipologias de utilização consideradas;
- A informação publicada pela EDP foi, juntamente com informação disponibilizada pela DGGE, utilizada para calcular o factor de conversão do kWh eléctrico para energia primária;
- A informação publicada pelo INE, divulgada no âmbito do Programa P3E e com origem na base de dados da **"Edifícios Saudáveis"** Consultores foi utilizada para o cálculo da desagregação detalhada dos consumos de energia primária dentro das tipologias de utilização acima descritas (ex.: desagregação dos consumos associados à tipologia "edifícios residenciais" pelas diferentes utilizações de energia nesta tipologia – aquecimento de água sanitária, electrodomésticos, etc.);
- A informação obtida junto do INE e da DGGT foi utilizada para obter os valores da mobilidade (passageiros.Km) relativos às matrizes de Origem/Destino do Concelho de Lisboa, no que se refere ao transporte colectivo de passageiros, o que possibilitou



Livia Tirone

¹⁶ Refira-se também que ao nível do fuelóleo foi detectada uma inconsistência na informação disponibilizada: o consumo de fuelóleo indexado ao Concelho é superior ao indexado ao Distrito... Assim sendo, e na falta de melhor informação, optou-se por considerar que 30% do consumo total desta forma de energia no Distrito de Lisboa ocorre dentro do Concelho de Lisboa.

¹⁷ Esta insuficiência de informação não afecta o gasóleo rodoviário e as gasolinas já que estas formas de energia são, obviamente, integralmente utilizadas no sector dos transportes.

efectuar a estimativa do respectivo consumo de energia;

- A informação obtida junto das empresas operadoras de transporte na Área Metropolitana de Lisboa foi utilizada para complementar a informação anterior;
- A informação da DGTT referente ao Inquérito Geral à Mobilidade da Área Metropolitana de Lisboa foi utilizada para estimar os valores do consumo de energia associado ao transporte individual.

3.3 Avaliação Qualitativa do Trabalho Realizado

Decorre do ponto anterior que, por insuficiências ao nível da informação disponibilizada pelas instituições mencionadas, nomeadamente quando estão em causa unidades territoriais do tipo “Concelho”, foram assumidas algumas hipóteses entre as quais se destacam as que se passam a enunciar:

- Consumo total de fuelóleo no Concelho de Lisboa: assumido como sendo 30% do consumo desta forma de energia no Distrito de Lisboa;
- Desagregação do consumo dos combustíveis fósseis¹⁸ (fuelóleo, propano, butano, gasóleo colorido e outros¹⁹) pelas diferentes tipologias de utilização: assumiu-se que a estrutura de consumo destas formas de

energia no Concelho é idêntica à do Distrito.

Entretanto e, antecipando um pouco os resultados que se apresentarão com detalhe na próxima secção, refira-se que, a electricidade, o gás natural, as gasolinas e o gasóleo rodoviário representam, por si só, cerca de 90% do consumo total de energia primária no Concelho. Atendendo a que, sobre estas formas de energia não foram assumidas quaisquer hipóteses pela “Edifícios Saudáveis”,



o erro associado à desagregação do consumo de energia primária pelas principais tipologias de utilização (edifícios residenciais e de serviços, transportes, indústria e outros) é, seguramente, inferior a 10%²⁰.

Finalmente, no que diz respeito à desagregação detalhada dos consumos energéticos, no seio dos diferentes sectores considerados²¹, refira-se que:

¹⁸ O gás natural não se incluiu nesta hipótese já que a estrutura do consumo desta forma de energia no Concelho de Lisboa foi obtida directamente a partir de informações disponibilizadas pela LisboaGás. O gasóleo rodoviário e as gasolinas também não são afectadas por esta hipótese já que estas formas de energia são, tal como já foi referido, integralmente utilizadas no sector dos transportes.

¹⁹ Petróleo iluminante, petróleo carburante, coque de petróleo, etc.. O contributo destas formas de energia para o balanço energético do Concelho é muito reduzido (< 0,5%).

²⁰ Note-se que mesmo que todas as hipóteses assumidas pela Edifícios Saudáveis estivessem completamente erradas o erro seria ligeiramente superior a 10% (obviamente que esta afirmação é baseada na presunção de que a informação estatística disponibilizada pelas diferentes instituições é fiável).

²¹ Recorde-se que pelas razões enunciadas na secção 1 deste documento, os consumos energéticos do sector industrial não foram alvo de desagregação detalhada.

- Os consumos associados às diferentes utilizações de energia do sector residencial foram calculados tendo em atenção, os consumos específicos médios²², o número de agregados familiares residentes no Concelho e as taxas de penetração dos diferentes equipamentos que justificam os consumos energéticos²³. A diferença de energia primária entre os consumos totais do sector, calculados desta forma, e os consumos calculado a partir do tratamento de informação estatística, é muito reduzida (inferior a 1% no total de energia primária), sendo a diferença ao nível dos consumos de energia eléctrica de cerca de 5% e a diferença ao nível dos consumos de combustíveis fósseis ligeiramente inferior a 10%. A consistência destes resultados reforça a confiança na desagregação sectorial e permite um grau de confiança elevado no que diz respeito à desagregação detalhada dos consumos do sector residencial;
- Os consumos associados às diferentes tipologias do sector dos serviços foram calculados tendo em atenção:
 - A desagregação dos consumos de energia eléctrica fornecida pela DGGE (refira-se que a energia eléctrica representa cerca de 85% da energia primária utilizada por este sector);
 - A desagregação dos consumos de gás natural fornecida pela LisboaGás (refira-se que o gás natural representa cerca de

10% da energia primária utilizada por este sector);

- A desagregação das restantes formas de energia (que representam apenas 5% da energia primária utilizada por este sector) não foi possível porque:
 - Por um lado, a DGGE não disponibiliza a desagregação do consumo destas formas de energia ao nível do Concelho;
 - Por outro, a desagregação disponibilizada pela DGGE ao nível do Distrito indexa uma percentagem muito significativa dos consumos destas formas de energia ao “Comércio”. No entanto, na sua maior parte este sector é apenas intermediário entre o distribuidor grossista e o consumidor final.

Apesar desta dificuldade (que como se compreende não compromete a qualidade dos resultados obtidos, porque está em causa apenas 5% do consumo de energia primária do sector) foi possível desagregar os consumos de 5 tipologias distintas, a saber: restaurantes e hotéis, banca e seguros, administração pública, saúde e educação, responsáveis, no seu conjunto por cerca de 50% do consumo de energia primária deste sector. Os restantes 50% dividem-se por um conjunto grande de tipologias não se tendo procedido, nesta fase, à sua desagregação.

A informação estatística disponibilizada pela DGGE, referente à unidade territorial

²² Estimados com recurso à base de dados da Edifícios Saudáveis Consultores.

²³ Dados obtidos a partir da informação disponibilizada pelo INE.

“Concelho”, no que diz respeito aos combustíveis fósseis, representa valores de vendas de energia. A hipótese de trabalho assumida neste estudo considera que as vendas de combustíveis são iguais ao consumo de energia ao nível do Concelho. No sector dos transportes, esta hipótese de trabalho é discutível, mas na ausência de dados mais detalhados referentes à caracterização energética deste sector, ela foi assumida, essencialmente para “fechar” o balanço de energia de cada uma das formas de energia (gasolina, gasóleo e energia eléctrica).

Outro aspecto metodológico, decisivo para este estudo, consiste na utilização dos valores de actividade do sector dos transportes para o cálculo dos consumos de energia. Estes valores são usualmente utilizados para quantificar a mobilidade de pessoas (p.km-passageiros x quilómetro) ou o transporte de mercadorias (t.km – tonelada x quilómetro) e são os apresentados em matrizes de Origem/Destino.

A hipótese de trabalho seguida neste estudo foi a de associar o consumo de energia de uma determinada viagem, ao Concelho de Lisboa, desde que a sua Origem ou Destino seja no Concelho, e deste modo, o tráfego de atravessamento do Concelho não é incluído. Não sendo possível afectar estas matrizes a uma rede de infra-estruturas viárias, e por conseguinte, proceder a uma espacialização das viagens, foi utilizado um valor aproximado para as distâncias médias das viagens, sendo assim possível obter os valores de v.km (veículos x quilómetro). Estes valores, associados aos indicadores de intensidade energética de cada modo de transporte

(considerou-se como aproximação os valores obtidos a nível nacional nos estudos sectoriais do PNAC), permitiram finalmente obter os consumos de energia de alguns modos de transporte considerados.

Convém notar que, não sendo possível espacializar as viagens, a metodologia utilizada prevê a alocação de consumos de energia ao Concelho de Lisboa de uma viagem de com origem em Lisboa e destino no Porto (50% da distância é associada a um dos Concelhos). Esta hipótese de trabalho é coerente com um estudo que tenha como referência as emissões globais, i.e., gases com efeito de estufa, pois não importará muito onde eles são emitidos mas sim o seu valor e a identificação da sua responsabilidade. Neste caso, os concelhos de origem e destino serão responsáveis pela viagem e não os concelhos de atravessamento. Esta metodologia não seria passível de ser utilizada para um trabalho em que se pretendesse alocar emissões de poluentes do ar a nível local (CO, SO_x, NO_x e partículas), pois a espacialização neste caso seria necessária.

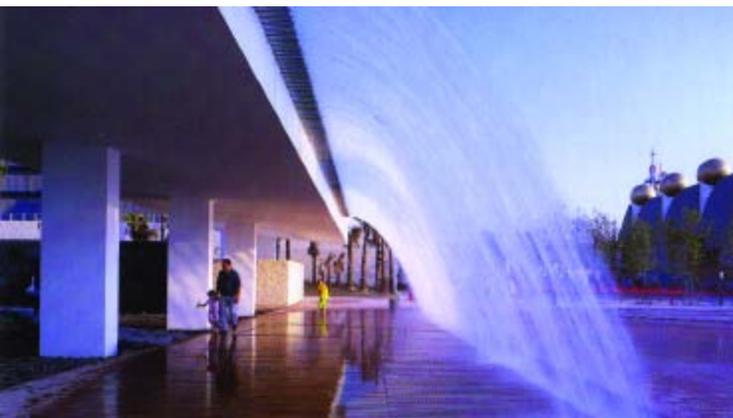
Outro exemplo diz respeito ao tráfego fluvial entre Lisboa e os Concelhos da margem sul do Tejo. Neste caso, foi associado ao consumo de energia do Concelho de Lisboa metade do percurso da viagem entre Lisboa e cada um dos outros Concelhos.

Para o sector dos transportes de mercadorias não foi possível obter consumos de energia ou valores de actividade à escala do Concelho de Lisboa. Os valores estimados dos consumos de energia foram obtidos através do “fecho” do balanço de vendas de combustíveis divulgado pela DGGE. Esta hipótese, como já foi referida

é discutível, e pode conduzir a valores controversos. Deste modo, este estudo opta por apresentar a desagregação dos consumos de energia no modo rodoviário como uma estimativa, à luz dos valores que foram possíveis de obter.

Por último, o transporte internacional não foi considerado neste estudo, pois excede o âmbito dos objectivos propostos e de intervenção da Agência.

Apresentam-se na secção seguinte os principais resultados dos trabalhos desenvolvidos.



© Parque EXPO S. A.





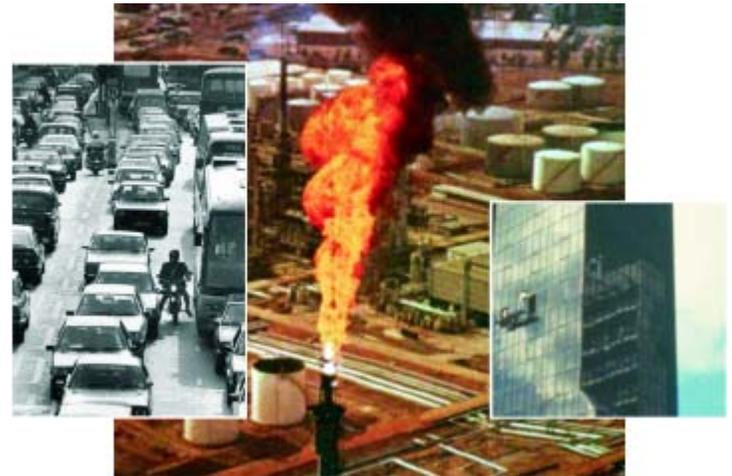
4. Apresentação de Resultados

4. Apresentação de Resultados

4.1 Introdução

Apresentam-se os principais resultados decorrentes do trabalho descrito na secção anterior, incluindo:

- A caracterização sumária do sector eléctrico nacional na perspectiva do cálculo do factor de conversão do kWh eléctrico em kWh de energia primária;
- A caracterização do consumo de energia primária no Concelho de Lisboa, incluindo:
 - A desagregação do consumo de energia primária pelas diferentes formas de energia utilizadas;
 - A desagregação do consumo de energia primária pelos diferentes sectores de utilização considerados (edifícios residenciais e de serviços, transportes, indústria e outros);
 - A desagregação dos consumos de energia primária do sector residencial pelas diferentes utilizações de energia deste sector;
 - A desagregação possível do consumo de energia primária associado aos edifícios de serviços pelas diferentes tipologias deste sector;
 - A desagregação possível do consumo de energia primária associada aos transportes pelos modos rodoviário, ferroviário e fluvial;
 - Um exercício (ou uma estimativa) da desagregação do consumo de energia dos modos rodoviários e ferroviários.



Apresentam-se nas secções seguintes os resultados atrás referidos.

4.2 Caracterização Sumária do Sector Eléctrico

Notas Prévias:

- 1) Os resultados que a seguir se apresentam, embora permitam uma visão global da estrutura de abastecimento energético e da eficiência global do sistema eléctrico nacional destinam-se exclusivamente a permitir o cálculo aproximado do coeficiente de conversão a utilizar para converter o kWh eléctrico utilizado no Concelho de Lisboa em kWh de energia primária consumido em Portugal. Não está em causa portanto uma análise rigorosa ou exaustiva do sistema eléctrico nacional e não se recomenda a utilização dos resultados aqui apresentados para outros fins que não os estritamente em causa neste documento;
- 2) Para efeitos de contabilidade energética

considerou-se que a cada unidade de energia eléctrica produzida a partir de formas de energia renováveis (energia hídrica, eólica, etc.) corresponde uma unidade de energia primária;

- 3) Os resultados aqui apresentados dizem exclusivamente respeito ao sistema electro-produtor de Portugal Continental.

O Sector Eléctrico encontra-se a “meio caminho” entre, o abastecimento energético de um País, e as várias utilizações da energia eléctrica, não devendo, portanto, ser encarado como um sector que utiliza energia, mas apenas como um sector que transforma energia primária e a disponibiliza sob a forma de energia eléctrica, com maior ou menor eficiência.

Nesta perspectiva:

- O sistema electro-produtor de Portugal Continental recebeu, em 2001, cerca de 80.970 GWh de energia primária, dos quais cerca de 8.475 GWh (10%) tiveram uma proveniência renovável e 72.495 GWh (90%) uma proveniência convencional (combustíveis fósseis). No que diz respeito:

- Às fontes renováveis, assume especial destaque a energia hídrica, que representou cerca de 90% da energia eléctrica produzida a partir de fontes renováveis., seguida da energia eólica com 4%;
- Às fontes convencionais, existe um muito maior equilíbrio entre a contribuição do fuelóleo (35%), do carvão (30%) e do gás natural (25%);

²⁴ Destes cerca de 1.830 GWh (5%) são importados.

- O sistema electro-produtor disponibilizou aos utilizadores finais (edifícios, indústria, etc.) cerca 40.920 GWh de energia eléctrica²⁴. A diferença entre a energia primária utilizada (80.970 GWh) e a energia eléctrica disponibilizada (40.920GWh) tem origem nas ineficiências do sistema produtor (2.360GWh) e nas ineficiências do sistema de transporte e distribuição (3.375 GWh);

- Nestas circunstâncias é possível afirmar que o sistema electro-produtor em funcionamento em Portugal Continental apresentou, no ano de 2001, uma eficiência global de 48% o que significa que a cada unidade de energia eléctrica utilizada correspondem cerca de 2 unidades de energia primária.

No anexo 1 apresenta-se um esquema detalhado relativo aos fluxos energéticos do sistema electro-produtor Nacional.

4.3 Caracterização do Consumo de Energia no Concelho de Lisboa

4.3.1 Introdução

O consumo total de energia primária no Concelho de Lisboa ascende a cerca de 14.785 kWh, o que representa:

- 6% do consumo total de energia primária em Portugal;
- 32% do consumo de energia primária do distrito de Lisboa.

Atendendo ao número de habitantes deste Concelho (cerca de 555.000)²⁵, o consumo anual per capita de energia primária é de cerca de 27 MWh/pessoa.ano (ver Figura 3).

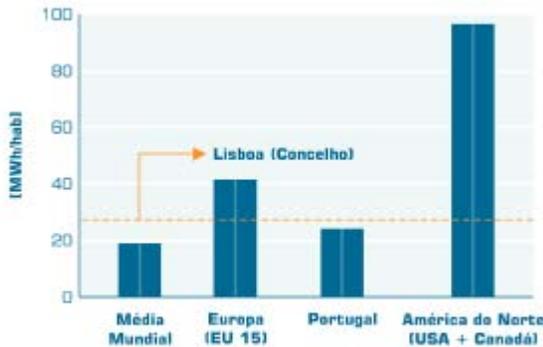


Fig. 3. Consumo de anual de energia per capita comparado do Concelho de Lisboa

Como se pode verificar:

- O consumo anual de energia per capita no Concelho de Lisboa é ligeiramente superior à média de Portugal Continental. Na interpretação desta informação importa ter em atenção dois aspectos com efeitos contrários, a saber:
 - O número de habitantes de Lisboa é muito inferior ao número de pessoas que diariamente passam o seu dia em Lisboa. Esta circunstância tende a aumentar “artificialmente” o consumo de energia per capita desta zona;
 - O peso da actividade industrial em Lisboa é pouco relevante. Esta circunstância tende

a reduzir o consumo de energia per capita desta zona.

- O consumo anual de energia per capita no Concelho de Lisboa é cerca de 35% inferior à média Europeia (EU15), quase 4 vezes inferior ao médio da América do Norte (!) e é cerca de 40% superior ao valor médio mundial.

A forma como a energia primária é utilizada apresenta-se nas secções seguintes. No anexo 2 apresentam-se esquemas detalhado relativos aos fluxos energéticos no Concelho de Lisboa.

4.3.2 Desagregação dos consumos pelas diferentes formas de energia utilizadas

Apresenta-se, nas figuras seguintes, a desagregação do consumo de energia primária no Concelho de Lisboa pelas diferentes formas de energia utilizadas. Importa referir que a referência à electricidade nestas figuras é sempre relativa à quantidade de energia primária que foi necessário utilizar para produzir a electricidade utilizada no Concelho.

²⁵ Fonte: INE

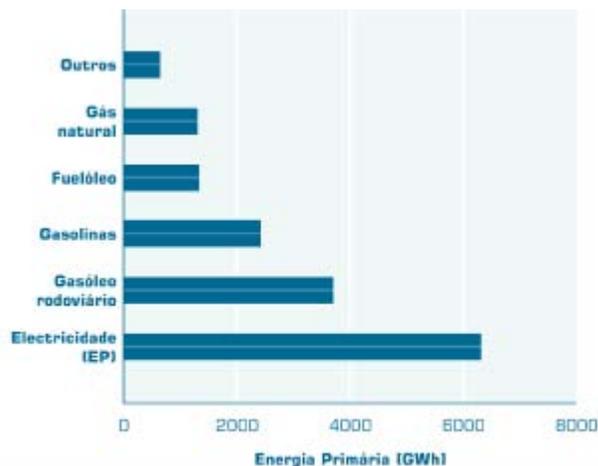


Fig. 4 Desagregação do consumo de energia primária pelas diferentes formas de energia (valores absolutos)

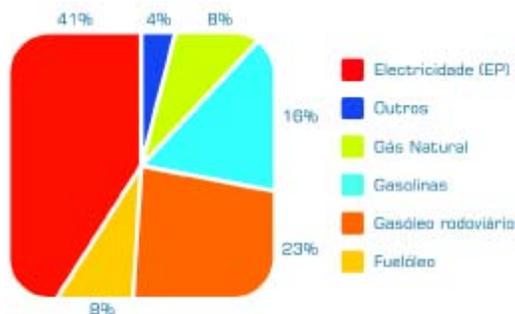


Fig. 5 Desagregação do consumo de energia primária pelas diferentes formas de energia (percentagens)

Como se pode verificar:

- O consumo de energia eléctrica justifica a maior percentagem de consumo de energia primária. O consumo de energia primária inerente à utilização desta forma de energia no Concelho de Lisboa representa 41% do consumo total de energia primária no Concelho o que é quase o dobro da energia primária inerente a qualquer outra forma de energia utilizada;
- As gasolinas e o gasóleo rodoviário representam, no seu conjunto, cerca de 39% da energia primária utilizada no Concelho (23% para o gasóleo, 16% para as gasolinas). Apesar de significativo, note-se que estas duas formas de energia representam uma quantidade de energia primária inferior à necessária para a produção da electricidade utilizada no Concelho;
- Os restantes 20% do consumo de energia primária do Concelho repartem-se entre o gás natural (8%), o fuelóleo (8%) e outras formas de energia (4%). Entre estas destaquem-se os gases de petróleo liquefeito que representam, no seu conjunto cerca de 2,7% do consumo de energia primária do Concelho (1,6% para o butano e 1,1 propano).

4.3.3 Desagregação dos consumos pelos diferentes sectores de actividade

Apresenta-se nas figuras seguintes a desagregação do consumo de energia primária no Concelho de Lisboa pelas principais tipologias de utilização consideradas.

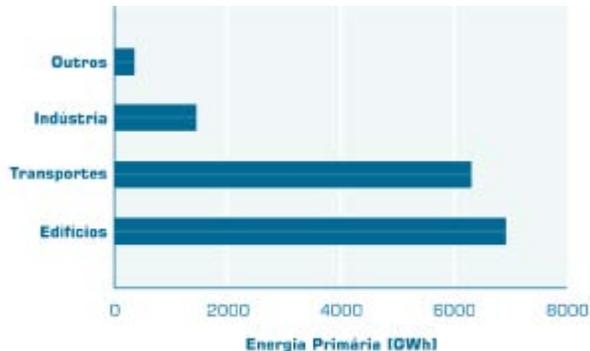


Fig. 6 Desagregação do consumo de energia primária pelas principais tipologias de utilização (valores absolutos)

Como se pode verificar, os edifícios são responsáveis pela maior fatia do consumo de energia primária no Concelho de Lisboa, o que não surpreende na medida em que eles são, de longe, os maiores responsáveis pelo consumo de energia eléctrica (cerca de 85% do consumo de energia eléctrica do Concelho de Lisboa) e que esta forma de energia representa, como se referiu na secção anterior, a maior fatia do consumo de energia primária do Concelho. É no entanto oportuno referir que este resultado não pode ser directamente comparado com as estatísticas mais habituais a este nível já que, de uma forma geral, estas são efectuadas em unidades de energia final. A título de exemplo, refira-se a desagregação publicada no âmbito do Programa P3E²⁶, que aponta para a seguinte desagregação dos consumos de energia final:

- Transportes: 38%;
- Indústria: 32%;
- Edifícios (residencial e serviços): 22%;
- Outras utilizações: 8%.

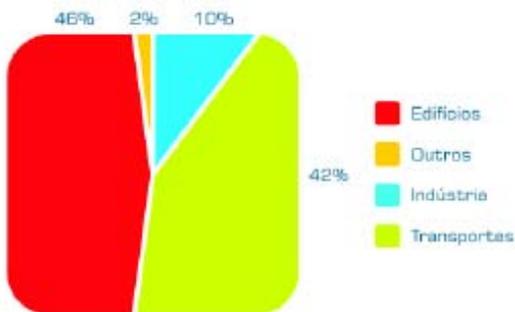


Fig. 7 Desagregação do consumo de energia primária pelas principais tipologias de utilização (percentagens)

Embora na perspectiva da definição de uma estratégia de gestão energética não se considere a informação relativa à energia final particularmente relevante, pelas razões apontadas na secção 3.1.1, apresenta-se, ainda assim, para efeitos meramente comparativos, a desagregação dos consumos energéticos em energia final no Concelho de Lisboa (em simultâneo com a mesma desagregação a nível nacional).

²⁶ Direcção Geral de Energia, Ministério da Economia, "Eficiência Energética nos Edifícios", Fevereiro de 2002.

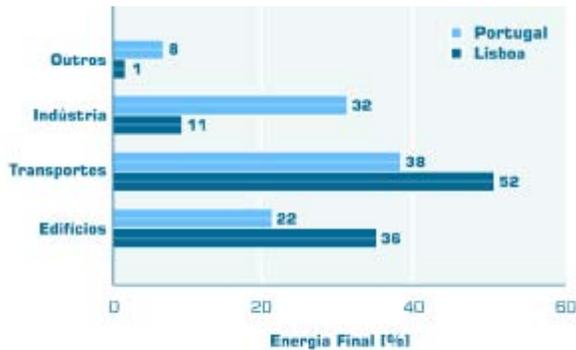


Fig. 8 Desagregação percentual dos consumos de energia final em Lisboa e em Portugal

Como se pode verificar:

- O peso dos edifícios no consumo de energia final do Concelho de Lisboa (36%) é muito maior do que a média nacional (22%), resultado expectável tendo em atenção a diferença de densidade urbana entre o Concelho de Lisboa e a globalidade do território nacional;
- Por outro lado, e também expectável, o peso da indústria nos consumos de energia final é muito menor em Lisboa (11%) do que na generalidade do território (32%);
- Entretanto, a comparação entre a desagregação em unidades de energia primária e em unidades de energia final permite confirmar a distorção introduzida quando se trabalha em unidades de energia final. Assim, embora os impactos associados à utilização de energia nos edifícios (importação de energia, emissões de dióxido de carbono, etc.) sejam superiores aos dos transportes, numa perspectiva de energia

final os transportes justificam consumos francamente superiores aos dos edifícios.

4.3.4 Desagregação dos consumos associados aos edifícios

4.3.4.1 Introdução

O consumo de energia primária, associado aos edifícios – 46% do consumo do Concelho de Lisboa, foi desagregado entre, edifícios de serviços e edifícios residenciais. O resultado dessa desagregação apresenta-se nas figuras seguintes.

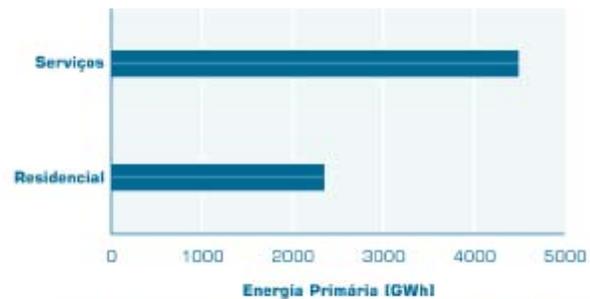


Fig. 9 Desagregação dos consumos de energia primária associados ao funcionamento dos edifícios (valores absolutos)

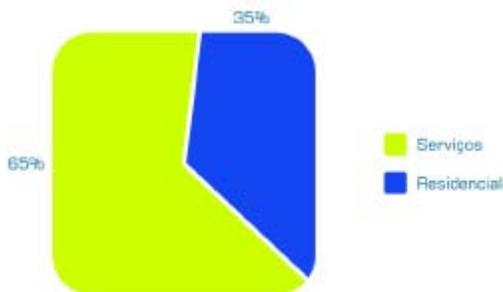


Fig. 10 Desagregação dos consumos de energia primária associados ao funcionamento dos edifícios (percentagens)

Como se pode verificar, os edifícios de serviços são responsáveis pela maior fatia dos consumos associados aos edifícios no Concelho de Lisboa (65% destes consumos, 30% do consumo total de energia primária do Concelho). Os edifícios residenciais representam apenas 35% do consumo de energia primária associado aos edifícios, o que significa, ainda assim, mais de 15% da energia primária total utilizada no Concelho.

Nas próximas secções apresenta-se a desagregação possível do consumo de energia primária associado aos edifícios de serviços, pelas diferentes tipologias, e a desagregação do consumo de energia primária associado aos residenciais, pelas diferentes utilizações de energia inerentes a este tipo de edifícios.

4.3.4.2 Edifícios de serviços

Apresenta-se, nas figuras seguintes, a desagregação do consumo de energia primária

associado ao funcionamento dos edifícios de serviços, no Concelho de Lisboa, pelas principais tipologias de utilização consideradas.

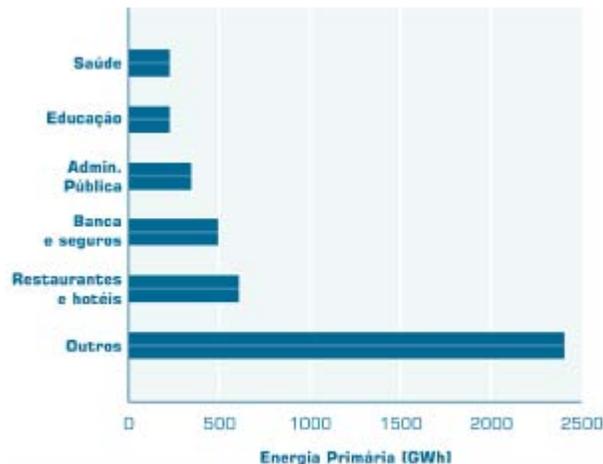


Fig. 11 Desagregação dos consumos e energia primária associados aos edifícios de serviços (valores absolutos)

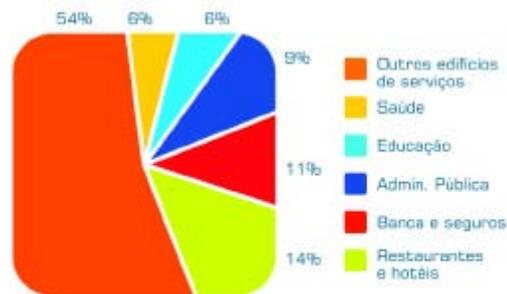


Fig. 12 Desagregação dos consumos e energia primária associados aos edifícios de serviços (percentagens)

Como se pode verificar:

- A percentagem do consumo de energia primária, indexada a "outros" edifícios de serviços, é elevada (54%). Tal deve-se a duas razões principais:
 - Por um lado, à efectiva diversidade das tipologias incluídas nesta categoria (ex.: equipamentos sociais, actividades de rádio e televisão, actividades desportivas, actividades recreativas várias, organizações internacionais, actividades associativas diversas, etc.);
 - Por outro lado, ao facto da desagregação dos consumos de combustíveis fósseis disponibilizada pela DGGE não permitir a efectiva indexação dos consumos aos consumidores finais uma vez que, tal como já foi referido, uma grande percentagem do consumo destas formas de energia é indexada ao "comércio" sendo que este seja apenas um intermediário entre o distribuidor grossista e o consumidor final;
- Os restantes 46% de consumo de energia primária também se encontram bastante repartidos. Ainda assim é possível destacar o sector da Hotelaria (hotéis e restaurantes), que justifica, por si só, 15% do consumo de energia primária dos edifícios de serviços do Concelho (5% do consumo total do Concelho). Seguem-se os edifícios da Banca e Seguros e os da Administração Pública que justificam, cada um deles, cerca de 10% do consumo de energia primária dos edifícios de serviços do Concelho (3% do consumo total do Concelho). Os edifícios do sector da Saúde (hospitais, centros de saúde) e os da Educação representam, cada um deles, 6% do consumo de energia primária dos edifícios de serviços

do Concelho (ligeiramente menos do que 2% do consumo total do Concelho).



4.3.4.3 Edifícios residenciais

A desagregação do consumo de energia primária associado aos edifícios residenciais foi efectuada tendo em atenção as seguintes utilizações de energia, inerentes a este tipo de edifícios:

- Aquecimento de água sanitária (banhos, duchas, cozinha, etc.);
- Aquecimento ambiente (conforto térmico);
- Frio doméstico (frigoríficos, arcas-congeladoras e equipamentos combinados);
- Preparação de refeições (fogão, forno, etc.);
- Iluminação;
- Lavagem mecânica (máquinas de lavar e secar roupa e máquinas de lavar louça);
- Outras utilizações (informática, audio-visual, etc.).

Apresentam-se nas figuras seguintes os resultados dessa desagregação.

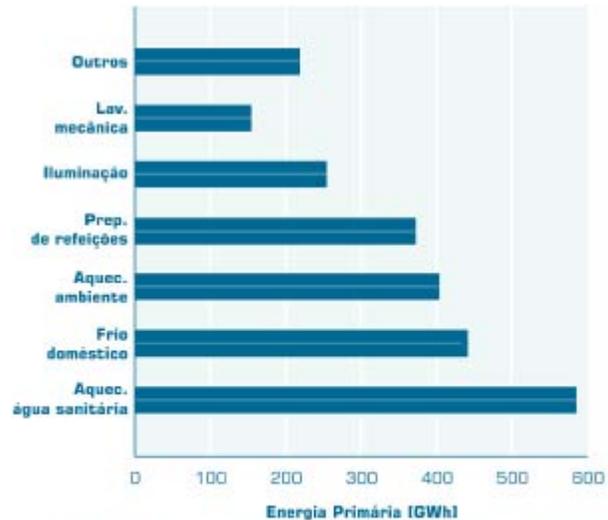


Fig. 13 Desagregação dos consumos de energia primária do sector residencial pelas diferentes utilizações (valores absolutos)

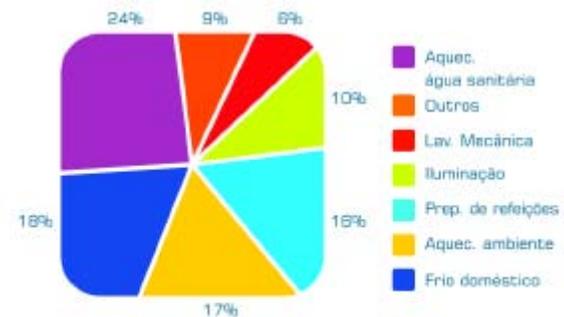


Fig. 14 Desagregação dos consumos de energia primária do sector residencial pelas diferentes utilizações (percentagens)

Como se pode verificar:

- O aquecimento de água sanitária é o principal responsável pelo consumo de energia primária do sector residencial, justificando por si só 25% dos consumos desta forma de energia;
- O frio doméstico, o aquecimento ambiente e a preparação de refeições são as utilizações que se seguem na escala de consumos de energia primária com consumos que variam entre os 18% (frio doméstico) e os 16% (preparação de refeições);
- A iluminação é a quinta utilização mais significativa, justificando cerca de 10% do consumo de energia primária do sector residencial.
- Finalmente, sabendo que o peso dos consumos associados ao funcionamento dos edifícios residenciais nos consumos totais de energia primária do Concelho é de cerca de 15%, é possível afirmar que:
 - O aquecimento de água sanitária é responsável por cerca de 4% do consumo total de energia primária do Concelho;
 - O frio doméstico, o aquecimento ambiente e a preparação de refeições são, no seu conjunto, responsáveis por cerca de 8% do consumo total de energia primária do Concelho (cerca de 3% para o frio doméstico e para o aquecimento ambiente e cerca de 2% para a preparação de refeições);
 - As restantes utilizações de energia do sector residencial representam, no seu conjunto, menos de 5% do consumo total

de energia primária do Concelho.

4.3.5 Desagregação dos consumos associados aos transportes

A desagregação do consumo de energia primária associada ao sector dos transportes no Concelho de Lisboa foi efectuada tendo em atenção os seguintes modos de transporte:

- modo rodoviário;
- modo ferroviário;
- modo fluvial.

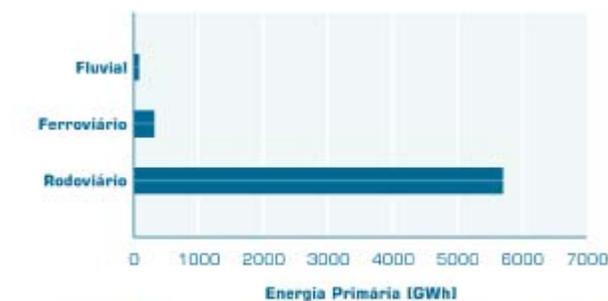


Fig. 15 Desagregação dos consumos de energia primária do sector dos transportes pelas diferentes utilizações (valores absolutos)

Apresenta-se nas figuras seguintes os resultados obtidos.

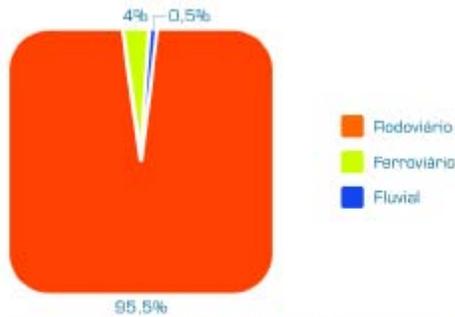


Fig. 16 Desagregação dos consumos de energia primária do sector dos transportes pelas diferentes utilizações (percentagens)

Pode-se verificar que:

- O modo rodoviário é dominante (superior a 95%)
- O modo ferroviário tem um peso reduzido (inferior a 5%), o que significa que, um dos modos mais eficientes na utilização de energia por passageiro transportado é pouco utilizado;
- O modo fluvial tem um peso inexpressivo (inferior a 1%).

Um exercício de nível superior de desagregação foi também efectuado, com base nos dados disponíveis, para os modos rodoviários e ferroviários, tendo sido consideradas as seguintes desagregações:

No modo rodoviário:

- Passageiros
 - Individual

- Colectivo

- Mercadorias

No modo ferroviário:

- Eléctricos

- Metro

- Comboios

No entanto, face ao nível de incerteza existente devido às limitações existentes nos dados actualmente disponíveis à escala concelhia, os resultados obtidos são considerados apenas como exercício. Os gráficos seguintes mostram os resultados obtidos.

MODO RODOVIÁRIO

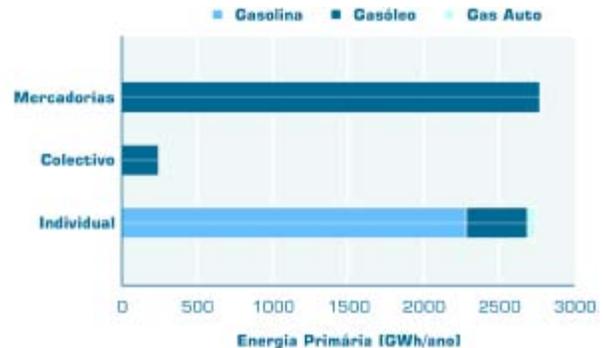


Fig. 17 Desagregação dos consumos de energia primária do modo rodoviário, pelas diferentes utilizações (valores absolutos)

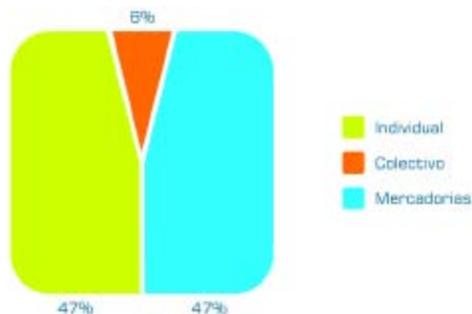


Fig. 18 Desagregação dos consumos de energia primária do modo rodoviário pelas diferentes utilizações (percentagens)

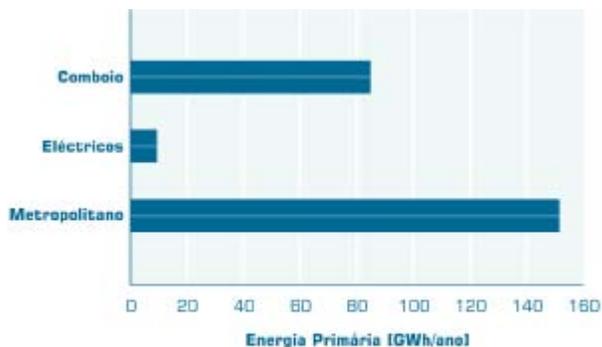


Fig. 19 Desagregação dos consumos de energia primária no modo ferroviário, pelas diferentes utilizações (valores absolutos)

MODO FERROVIÁRIO

Pode-se inferir, com as limitações acima expostas, que:

- O consumo de energia do modo de mercadorias é da ordem de grandeza do transporte individual de passageiros;
- O consumo de energia do transporte colectivo de passageiros é muito inferior ao transporte individual de passageiros;
- Quanto ao transporte de passageiros, mais de 90% do consumo refere-se a transporte individual e apenas o restante a transporte colectivo.
- O consumo de energia no modo metro é cerca de duas vezes superior ao modo comboio e o consumo nos eléctricos é comparativamente reduzido;

4.4 Síntese

Apresenta-se na Tabela 1 e na Tabela 2 a Matriz Energética de Lisboa (valores absolutos e percentagens de consumo) que não é mais do que uma síntese dos resultados apresentados na secção anterior.

Tipologias de utilização			Formas de Energia							Total	
			Electricidade (EP)	Gás Auto	Gásóleo	Gasolina	Gás natural	GPL	Fuelóleo		Doutros
Edifícios	Serviços	Hotelaria / Restauração	483	0	0	0	125	3	2	0	623
		Banca e Seguros	498	0	0	0	19	0,0	0	0,10	516
		Administração Pública	393	0	0	0	20	2	1	2	419
		Saúde	198	0	0	0	75	1	14	0	277
		Educação	255	0	0	0	23	1	0	0,1	279
		Outros	1976	0	0	0	175	117	100	65	2433
		Sub-total parcial (serviços)	3802	0	0	0	435	123	118	68	4547
	Residencial	Aquecimento de água	58	0	0	0	583		0	=0	641
		Frio doméstico	417	0	0	0	0		0		417
		Aquecimento ambiente	317	0	0	0	74		0	=0	392
		Preparação de refeições	89	0	0	0	308		0	=0	397
		Iluminação	225	0	0	0	0		0		225
		Lavagem mecânica	134	0	0	0	0		0		134
		Outros	199	0	0	0	0		0		199
	Sub-total parcial (residencial)	1439	0	0	0	965	0	0	=0	2404	
	Sub-total (edifícios)			5241	0	0	0	1524	118	68	6951
	Transportes	Rodoviário	0	25	3460	2320	0	0	0	0	5805
Ferroviário		244	0	0	0	0	0	0	0	244	
Fluvial		0	0	30	0	0	0	0	0	30	
Sub-total (transportes)		244	25	3490	2320	0	0	0	0	6079	
Indústria		306	0	0	0	28	1063	24	4	1428	
Outros		306	0	0	0	0	0	7	10	323	
Total			6100	25	3490	2320	2615	149	82	14782	

Tabela 1 - Matriz energética (energia primária) do Concelho de Lisboa (valores absolutos) (GWh)

Tipologias de utilização		Formas de Energia								Total	
		Electricidade (EP)	Gas Auto	Gasóleo	Gasólio	Gas natural	GPL	Fuelóleo	Outros		
Edifícios	Serviços	Hoteleria / Restauração	3%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	4%
		Banca e Seguros	3%	0%	0%	0%	0,1%	0%	0%	0%	3%
		Administração Pública	3%	0%	0%	0%	0,1%	0%	0%	0%	3%
		Saúde	1%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	2%
		Educação	2%	0%	0%	0%	0,2%	0%	0%	0%	2%
		Outros	13%	0%	0%	0%	1%	1%	1%	0,4%	16%
		Sub-total parcial (serviços)	26%	0%	0%	0%	3%	1%	1%	0%	31%
	Residencial	Aquecimento de água	0,4%	0%	0%	0%		4%	0%	-0%	4%
		Frio doméstico	3%	0%	0%	0%		0%	0%	0%	3%
		Aquecimento ambiente	2%	0%	0%	0%		1%	0%	-0%	3%
		Preparação de refeições	1%	0%	0%	0%		2%	0%	-0%	3%
		Iluminação	2%	0%	0%	0%		0%	0%	0%	2%
		Lavagem mecânica	1%	0%	0%	0%		0%	0%	0%	1%
		Outros	1%	0%	0%	0%		0%	0%	0%	1%
	Sub-total parcial (residencial)	10%	0%	0%	0%	7%	0%	-0%	-0%	16%	
	Sub-total (edifícios)	35%	0%	0%	0%	10%	1%	-0%	-0%	46%	
Transportes	Rodoviário	0%	0,2%	23%	16%	0%	0%	0%	0%	39%	
	Ferroviário	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	
	Fluvial	0%	0%	0,2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
	Sub-total (transportes)	2%	0%	24%	16%	0%	0%	0%	0%	41%	
Indústria	2%	0%	0%	0%	0,2%	7%	0,2%	0,0%	10%		
Outros	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0,1%	2%		
Total	41%	0%	24%	16%	18%	1%	1%	0,1%	100%		

Tabela 2 - Matriz energética (energia primária) do Concelho de Lisboa (percentagens do total de EP)





5. Conclusões

Conclusões

As principais conclusões, decorrentes da análise dos resultados apresentados na secção anterior, são:

- O consumo total de energia primária do Concelho de Lisboa ascende a cerca de 15.000 GWh, o que corresponde a 6% do consumo total de Portugal Continental;
- O consumo anual per capita no Concelho de Lisboa é ligeiramente superior à média de Portugal Continental (10%)²⁷, embora significativamente inferior (35%) à média Europeia (EU15);
- A forma de energia com maior peso no consumo de energia primária do Concelho é, destacadamente, a electricidade, que representa, por si só, cerca de 41% deste consumo. Seguem-se o gasóleo (23%) as gasolinas (16%), o fuelóleo e o gás natural (8% cada). Os gases de petróleo liquefeito (GPL) representam, no seu conjunto, menos de 3% do consumo de energia primária do Concelho. Refira-se ainda a existência de um conjunto de outras formas de energia cuja expressão individual é muito pouco significativa (ex.: gasóleo colorido, petróleo iluminante, etc.);
- Os edifícios são os principais utilizadores de energia primária do Concelho, sendo responsáveis por cerca de 46% deste consumo. Este resultado não surpreende na medida em que eles são os grandes responsáveis pelo consumo de energia eléctrica. Os transportes são os segundos maiores responsáveis pelo consumo de energia primária (42%). O peso da indústria no balanço energético do Concelho é



Livia Tirone

reduzido: este sector representa apenas 10% do consumo de energia primária;

- Dentro dos edifícios, assumem especial destaque os edifícios de serviços, responsáveis por 65% dos consumos de energia primária do parque edificado do Concelho (30% do consumo total do Concelho e cerca de 2% do consumo total de energia primária de Portugal Continental). Estes incluem uma grande diversidade de tipologias mas é ainda assim possível destacar a Hotelaria e Restauração, a Banca e Seguros, e a Administração Pública (representando, respectivamente, 15%, 11% e 9% do consumo de energia primária do parque edificado de serviços do Concelho). Os sectores da Educação e Saúde, pelo seu lado, representam cada um cerca de 6% dos consumos de energia primária do parque

²⁷ Este indicador deverá ser interpretado com prudência na medida em que inclui efeitos combinados de factores contraditórios (por um lado, o pouco peso do sector industrial no Concelho, provoca um abaixamento do consumo per capita, por outro, o facto de muitas pessoas que não vivem em Lisboa passarem aí grande parte do seu dia, provoca um aumento deste consumo).

edificado de serviços do Concelho;

- Os edifícios do sector residencial são responsáveis por 35% dos consumos de energia primária do parque edificado do Concelho (16% do consumo total do Concelho e cerca de 1% do consumo total de energia primária de Portugal Continental). Este consumo distribui-se uma grande variedade de utilizações onde é possível destacar o aquecimento de água sanitária, o frio doméstico, o aquecimento ambiente, a preparação de refeições, a iluminação e a lavagem mecânica (representando, respectivamente, 25%, 18%, 17%, 16%, 10% e 6% do consumo de energia primária do parque edificado residencial do Concelho);
- No sector dos transportes, o modo rodoviário é responsável por mais de 95% do consumo de energia primária do sector, enquanto que o modo ferroviário representa apenas 4% e o modo fluvial tem uma expressão muito reduzida (da ordem dos 0,5%);
- A estimativa efectuada para a desagregação dos diferentes modos do transporte rodoviário, com recurso aos dados existentes, apontam para um peso semelhante do consumo de energia entre o transporte de passageiros e de mercadorias. Quanto ao transporte de passageiros, mais de 90% do consumo refere-se a transporte individual e apenas o restante a transporte colectivo.

Entretanto, e tal como já foi várias vezes referido, os resultados apresentados na

secção anterior não constituem um fim em si mesmo mas apenas uma ferramenta para a definição de uma estratégia para a racionalização dos consumos energéticos na cidade de Lisboa. Nesta perspectiva importa fundamentalmente destacar:

- A pertinência da opção pela utilização da energia primária em detrimento da energia final: recorde-se que só assim é possível identificar claramente os edifícios como os maiores responsáveis pelos impactos ambientais e económicos associados ao consumo de energia no Concelho de Lisboa (em termos de energia final, os transportes são os maiores utilizadores de energia, representando mais de 50% do consumo deste tipo de energia. Mas tal não tem uma correspondência directa com os referidos impactos ambientais e económicos...);
- A possibilidade de utilizar a Matriz Energética como ferramenta para a identificação dos alvos prioritários e, muito importante, como ferramenta de cálculo do potencial de impacto de eventuais medidas de



Peter Chlapowski

racionalização de consumos. A título de exemplo²⁸, é agora possível afirmar:

- Que a adopção de políticas activas que levassem à instalação de colectores solares térmicos activos em todas as unidades de habitação existentes no Concelho conduziria a uma economia de energia primária de cerca de 2% face ao consumo actual do Concelho²⁹;
- Que a adopção de políticas activas com vista à optimização da gestão energética dos edifícios de serviços que permitisse uma economia média de 10% em todos os edifícios de serviços conduziria a uma economia de energia primária de cerca de 3% face ao consumo actual do Concelho;
- Que a adopção de políticas activas com vista à optimização da gestão energética dos edifícios da administração pública que permitisse uma economia média de 10% em todos os edifícios conduziria a uma economia de energia primária de cerca de 0,3% face ao consumo actual do Concelho;
- Etc., etc., etc..

Em síntese, é possível afirmar que foi criada uma ferramenta que permite avançar para a identificação dos alvos prioritários e para a quantificação dos impactos de eventuais medidas de intervenção, adequadas aos alvos prioritários seleccionados. Importa agora trabalhar intensamente sobre os resultados obtidos, por forma a seleccionar alvos prioritários, identificar medidas de intervenção adequadas aos alvos identificados e quantificar o impacto dessas medidas em termo de economia de energia primária (admitindo taxas

de penetração realistas, que tenham em conta, entre outros, os investimentos necessários e as dificuldades técnicas e sociais inerentes à implementação das medidas identificadas).

Finalmente, refira-se que se deve também ponderar o alargamento e aumento da capacidade da ferramenta no que diz respeito aos edifícios de serviços (quer aumentando o nível de desagregação tipológica quer passando para a desagregação por utilizações nas principais tipologias).



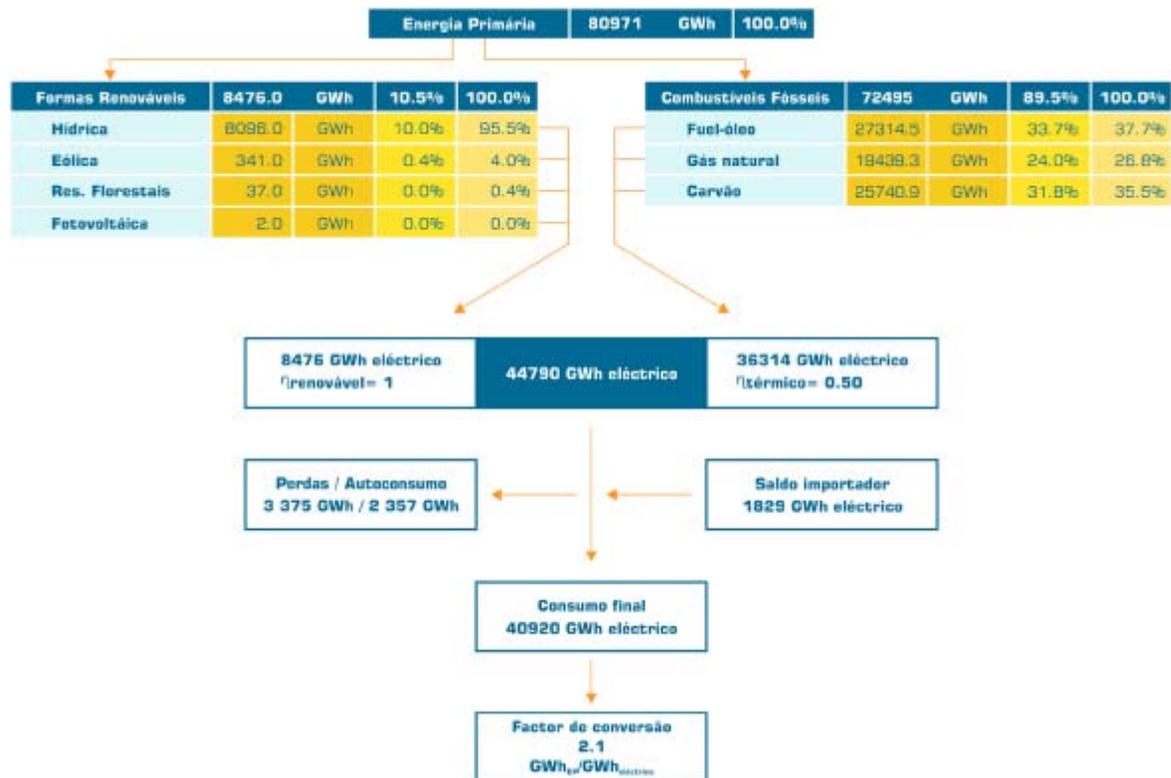
Ken Nunes

²⁸ Tratam-se apenas de exemplos destinados a facilitar a percepção do potencial de utilização da Matriz Energética como ferramenta de definição de uma estratégia energética, pelo que a preocupação principal foi a selecção de exemplos bem ilustrativos (nem sempre realistas...).

²⁹ Admitindo um factor solar médio de 50%.

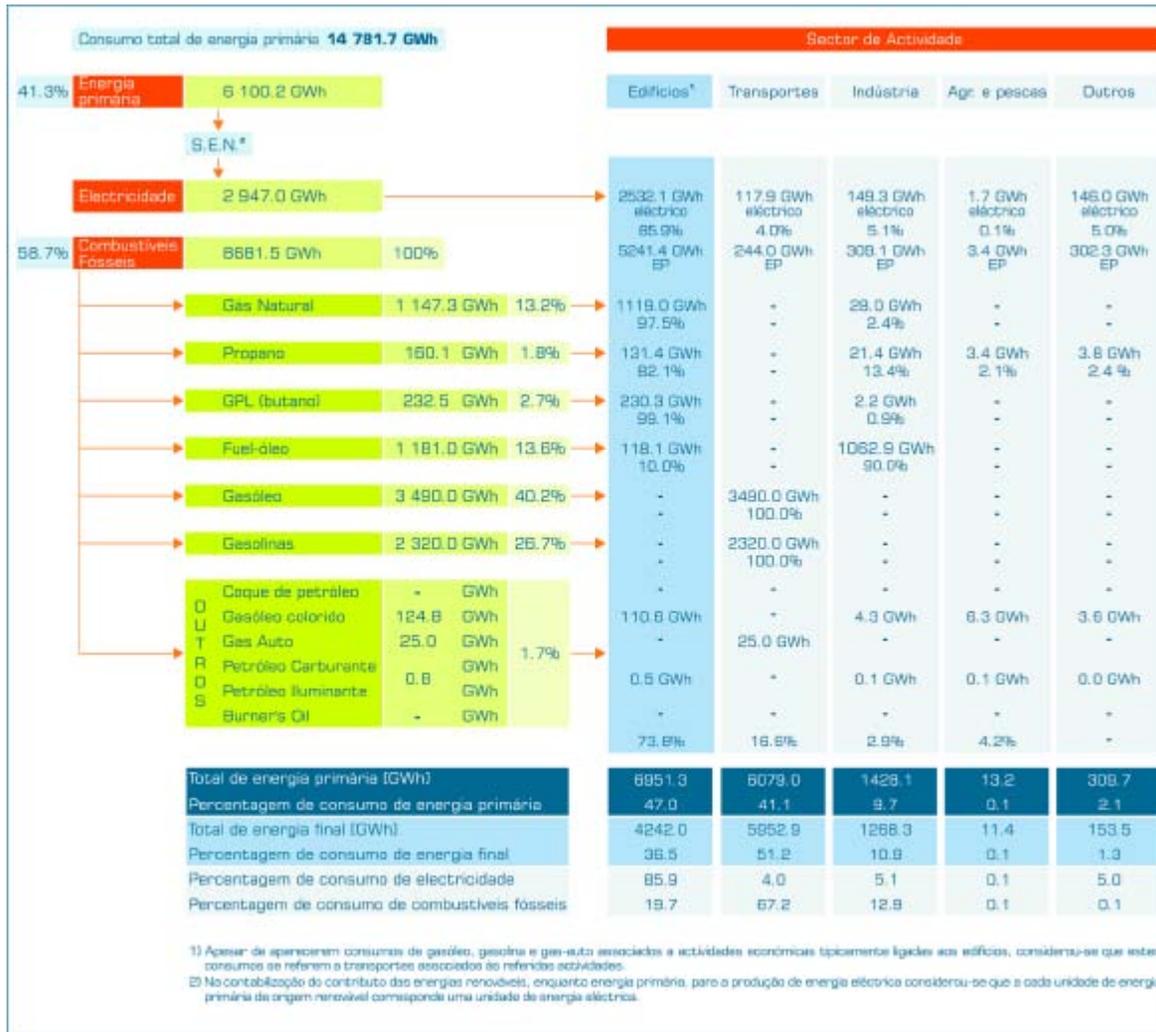
ANEXOS

Anexo I:



Anexo 2:

Principais Fluxos de Energia no Concelho de Lisboa



Principais Fluxos de Energia no Concelho de Lisboa







Adenda à Matriz Energética de Lisboa

Março 2005

I . Introdução

Esta adenda resulta do contributo de especialistas de reconhecido mérito na área da energia, que participaram no workshop, promovido pela Lisboa E-Nova, para apresentação e discussão da Matriz Energética de Lisboa, que teve lugar no dia 24 de Fevereiro de 2005, no Centro de Informação Urbana de Lisboa, em Lisboa.

Na sequência deste workshop, tendo em atenção os principais comentários então efectuados, foi decidido consolidar o documento original com os seguintes elementos adicionais:

- Matriz energética expressa em energia final;
- Análise da influência da eficiência do sistema electroprodutor sobre os resultados da matriz energética original (expressa em energia primária);
- Lista de referências.

Apresentam-se em seguida os elementos descritos.

2. MATRIZ ENERGÉTICA EXPRESSA EM ENERGIA FINAL

A elaboração da matriz energética expressa em unidades de energia primária implica o conhecimento detalhado da mesma, expressa em unidades de energia final, considerando ainda a eficiência global de produção, de transporte e de distribuição de energia eléctrica. Por esta razão no relatório original existem várias referências à matriz energética expressa em unidades de energia final (ver secção 4.3.3 e anexo 2), embora não seja apresentada. A título de informação adicional, apresenta-se nas figuras seguintes a matriz energética expressa em unidades de energia final.

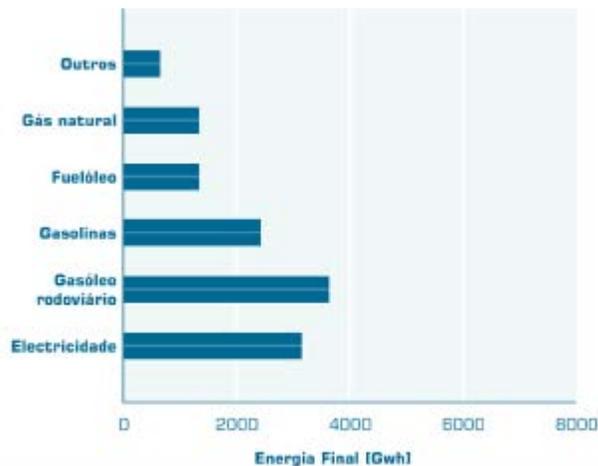


Fig. 1 Desagregação do consumo de energia final pelas diferentes formas de energia (valores absolutos)

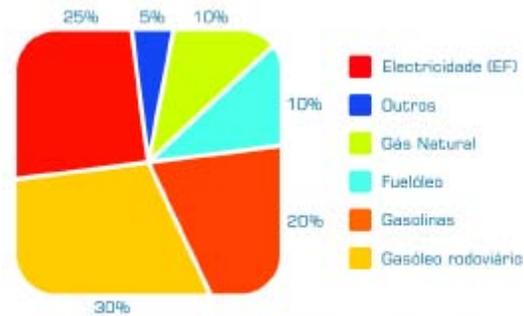


Fig. 2 Desagregação do consumo de energia final pelas diferentes formas de energia (percentagens)

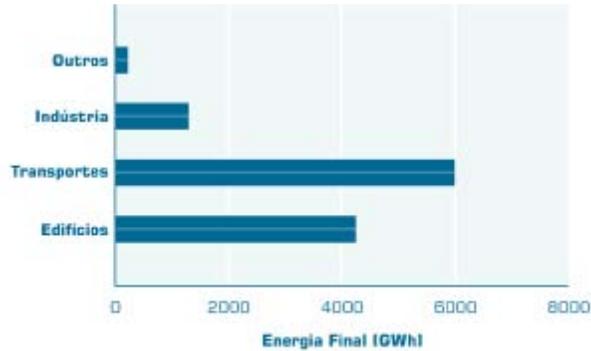


Fig. 3 Desagregação do consumo de energia final pelas principais tipologias de utilização (valores absolutos)

provoca uma diminuição acentuada do peso da electricidade e das tipologias com maior utilização desta forma de energia (edifícios). Sublinhe-se, no entanto, que a realidade vista por este prisma não traduz, de forma rigorosa, os impactos ambientais associados a cada forma de energia e a cada tipologia de utilização.

Apresenta-se na Tabela 1 e na Tabela 2 a Matriz Energética de Lisboa expressa em unidades de energia final (valores absolutos e percentagens), com base na qual, foram elaboradas as figuras acima apresentadas.

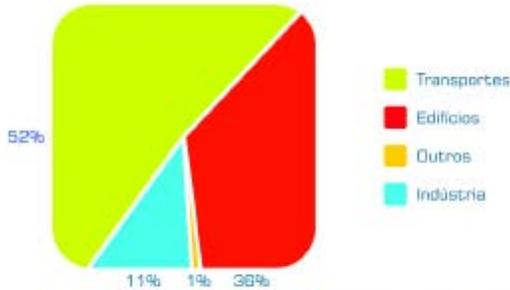


Fig. 4 Desagregação do consumo de energia final pelas principais tipologias de utilização (percentagens)

Como seria de esperar, esta abordagem

Tipologias de utilização			Formas de Energia - Energia Final (GWh)								
			Electricidade (EF)	Gas Alico	Gasóleo	Gasolina	Gas natural	GPL	Fuelóleo	Outros	Total
Edifícios	Serviços	Hoteleria / Restauração	238	0	0	0	125	0	2	0,14	368
		Banca e Seguros	240	0	0	0	18	-0	0	0,10	259
		Administração Pública	190	0	0	0	20	2	1	2	216
		Saúde	91	0	0	0	73	1	14	0	180
		Educação	123	0	0	0	23	1	0	0,1	147
		Outros	854	0	0	0	175	112	100	88	1412
		Sub-total parcial (serviços)	1837	0	0	0	438	123	118	68	2582
	Residencial	Aquecimento de água	28	0	0	0	557	0	0	22	606
		Frio doméstico	201	0	0	0	0	0	0	0	201
		Aquecimento ambiente	153	0	0	0	71	0	0	22	248
		Preparação de refeições	43	0	0	0	294	0	0	-0	337
		Iluminação	109	0	0	0	0	0	0	0	109
		Lavagem mecânica	65	0	0	0	0	0	0	0	65
		Outros	95	0	0	0	0	0	0	0	96
	Sub-total parcial (residencial)	695	0	0	0	922	0	0	44	1660	
	Sub-total (edifícios)	2523	0	0	0	1461	118	118	111	4242	
	Transportes	Rodoviário	0	25	3480	2320	0	0	0	0	5905
		Ferroviano	118	0	0	0	0	0	0	0	118
		Fluvial	0	0	30	0	0	0	0	0	30
Sub-total (transportes)		118	25	3490	2320	0	0	0	0	5953	
Indústria	140	0	0	0	28	24	1063	4	1260		
Iluminação Pública	73	0	0	0	0	0	0	0	73		
Outros	75	0	0	0	0	7	0	10	92		
Total	2947	25	3490	2320	1147	393	1181	126	11628,4		

Tabela 1 - Matriz energética (energia final) do Concelho de Lisboa (valores absolutos) [GWh]

Tipologias de utilização			Formas de Energia - Energia Final (%)								
			Electricidade (EF)	Gás Auto	Gasóleo	Gasolina	Gás natural	GPL	Fuelóleo	Outros	Total
Edifícios	Serviços	Hotelaria / Restauração	2%	0%	0%	0%	1%	-0%	-0%	-0%	3%
		Banco e Seguros	2%	0%	0%	0%	-0%	-0%	0%	-0%	2%
		Administração Pública	2%	0%	0%	0%	-0%	-0%	-0%	-0%	2%
		Saúde	-0%	0%	0%	0%	-0%	-0%	0%	0%	2%
		Educação	1%	0%	0%	0%	-0%	-0%	0%	-0%	1%
		Outros	8%	0%	0%	0%	2%	1%	0%	0%	12%
		Sub-total parcial (serviços)	15%	0%	0%	0%	4%	1%	1%	-0%	22%
	Residencial	Aquecimento da água	-0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	5%
		Frio doméstico	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%
		Aquecimento ambiente	1%	0%	0%	0%	-0%	0%	0%	-0%	2%
		Preparação de refeições	-0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	3%
		Iluminação	-0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	-0%
		Lavagem mecânica	-0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	-0%
		Outros	-0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	-0%
Sub-total parcial (residencial)	6%	0%	0%	0%	6%	0%	0%	-0%	14%		
Sub-total (edifícios)	22%	0%	0%	0%	10%	1%	-0%	-0%	36%		
Transportes	Rodoviário	0%	-0%	30%	20%	0%	0%	0%	0%	50%	
	Ferroviário	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	
	Fluvial	0%	0%	-0%	0%	0%	0%	0%	0%	-0%	
	Sub-total (transportes)	1%	-0%	30%	20%	0%	0%	0%	0%	51%	
Indústria	1%	0%	0%	0%	-0%	-0%	0%	0%	11%		
Iluminação Pública	-0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	-0%		
Outros	-0%	0%	0%	0%	0%	-0%	0%	0%	-0%		
Total	25%	-0%	30%	20%	10%	3%	10%	1%	100%		

Tabela 2 - Matriz energética (energia final) do Concelho de Lisboa (valores percentuais) (%)

3. Análise da Influência do Sistema Electroprodutor

Conforme referido anteriormente, a elaboração da Matriz Energética, expressa em unidades de energia primária, implica o conhecimento detalhado da eficiência global de produção, de transporte e de distribuição de energia eléctrica. Os resultados expressos no relatório original basearam-se na caracterização do sector eléctrico, de acordo com o descrito em 4.2 do referido relatório. Entretanto, e porque a eficiência média do sistema electroprodutor varia de ano para ano, em função da percentagem de incorporação de energias renováveis (hídrica, eólica, etc.), entre outras, é certamente interessante fazer uma análise da influência da eficiência deste sistema sobre a Matriz Energética do Concelho de Lisboa¹. Assim, serão analisadas duas situações distintas:

- Situação original (de acordo com o descrito na secção 4.2 do relatório original):
 - Factor de conversão de energia primária em energia eléctrica = 2,1;
- Situação "oficial" (de acordo com o Despacho da DGE publicado no Diário da República n.º 98, II Série de 29/04/83):
 - Factor de conversão de energia primária em energia eléctrica = 3,4.

Apresentam-se em seguida os principais resultados decorrentes das situações analisadas.

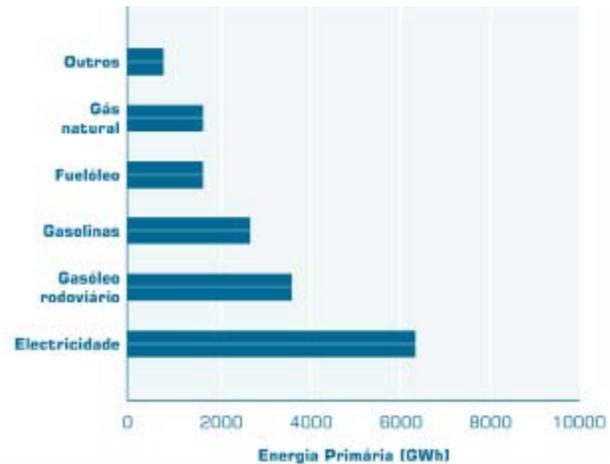


Fig. 5 Desagregação do consumo de energia primária pelas diferentes formas de energia (valores absolutos) coeficiente de conversão original (2,1)

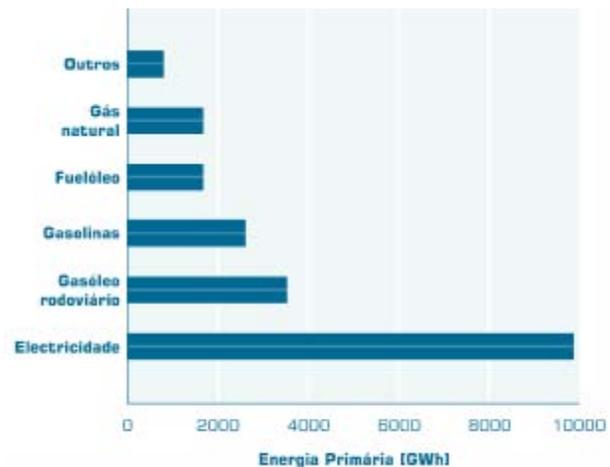


Fig. 6 Desagregação do consumo de energia primária pelas diferentes formas de energia (valores absolutos) coeficiente de conversão "oficial" (3,4)

¹ Esta análise só faz sentido quando a Matriz Energética é expressa em unidades de energia primária porque de outra forma o sistema electroprodutor não tem qualquer influência nos resultados.

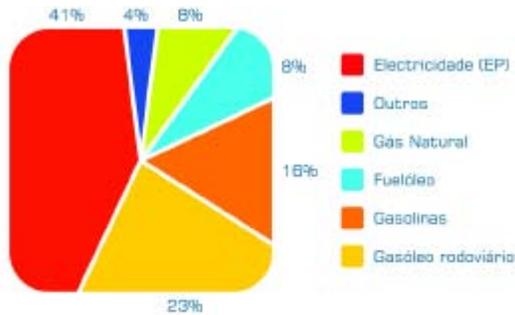


Fig. 7 Desagregação do consumo de energia primária pelas diferentes formas de energia (percentagens) - coeficiente de conversão original (2,1)

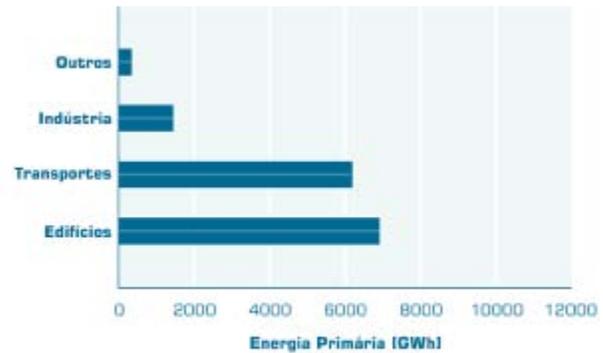


Fig. 9 Desagregação do consumo de energia primária pelas principais tipologias de utilização (valores absolutos) coeficiente de conversão original (2,1)

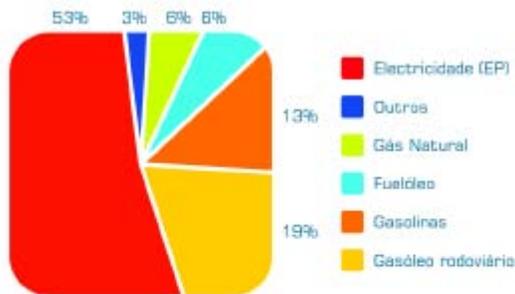


Fig. 8 Desagregação do consumo de energia primária pelas diferentes formas de energia (percentagens) - coeficiente de conversão "oficial" (3,4)

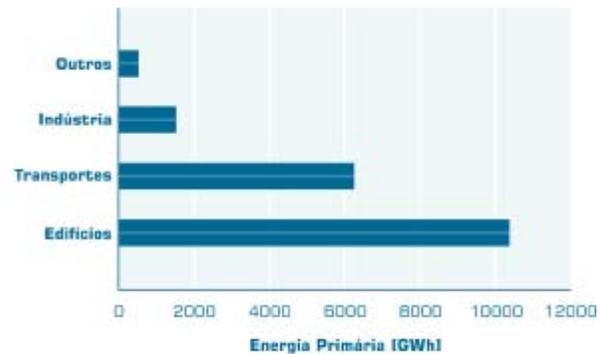


Fig. 10 Desagregação do consumo de energia primária pelas principais tipologias de utilização (valores absolutos) coeficiente de conversão "oficial" (3,4)

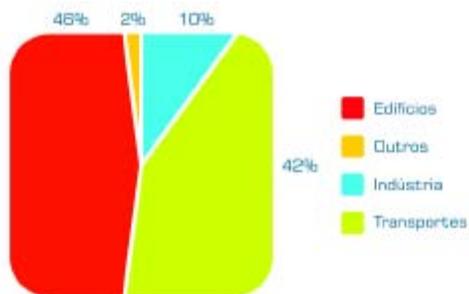


Fig.11 Desagregação do consumo de energia primária pelas principais tipologias de utilização (percentagens) - coeficiente de conversão original (2,1)

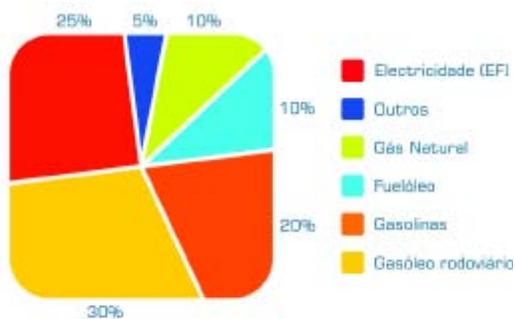


Fig.2 Desagregação do consumo de energia final pelas diferentes formas de energia (percentagens)

Como se pode verificar, existe uma diferença relevante entre a matriz original e a matriz que se obtém se se considerar o coeficiente de conversão "oficial". No entanto, esta diferença acentua o peso dos edifícios (o que é óbvio, uma

vez que é esta tipologia de utilização que mais electricidade utiliza), o que acentua as principais conclusões do relatório, nomeadamente no que diz respeito ao domínio dos edifícios nos consumos de energia primária do Concelho de Lisboa. Note-se que este domínio só é evidente quando se trabalha com energia primária o que tem sido pouco frequente quando está em causa a desagregação por tipologias de utilização. Note-se, também, que a prática corrente de explicitar a desagregação dos consumos por tipologias de utilização em termos de energia final tem conduzido à generalização da ideia de que os transportes são, de longe, o sector que mais energia utiliza quando na realidade partilham esta responsabilidade com os edifícios.

Por outro lado, e sem qualquer pretensão de substituir os especialistas na matéria, parecem-nos que o coeficiente "oficial" de conversão de energia primária em energia final é pessimista e pouco coerente com o coeficiente específico de emissão de CO₂ anunciado pela ERSE² para o sistema electroprodutor nacional. Foi esta a razão da opção, sem dúvida menos confortável, pela caracterização da realidade actual do sistema electroprodutor nacional, o que foi feito de acordo com o descrito na secção 4.2 do relatório original.

² "Caracterização do Sector Eléctrico - Portugal Continental 2001", ERSE (Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos).

4. Referências

- Regulamento das Características de Comportamento Térmico de Edifícios, Decreto-Lei n.º 40/90 de 6 de Fevereiro
- Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização de Edifícios, Decreto-Lei n.º 118/98 de 7 de Maio
- Coeficientes de Transmissão Térmica de Elementos da Envolvente dos Edifícios, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1990
- Exigences de rendement pour les nouvelles chaudières à eau chaude alimentées en combustibles liquides ou gazeux, Directive 92/42/CEE de 21 de Maio
- Etiquetagem Energética das máquinas de lavar loiça para uso doméstico, Decreto-Lei n.º 309/99 de 10 de Agosto
- Etiquetagem Energética das máquinas de lavar a roupa, Portaria n.º 116/96 de 13 de Maio
- Etiquetagem Energética de lâmpadas eléctricas para uso doméstico, Decreto-Lei n.º 18/2000 de 29 de Fevereiro
- Etiquetagem Energética de Frigoríficos, congeladores e respectivas combinações, Portaria n.º 1139/94 de 29 de Fevereiro
- Etiquetagem Energética de Frigoríficos, congeladores e respectivas combinações de classe A+ e A++, Directiva 2003/66/CE de 3 de Julho
- Energia Portugal, 2001 (Programa E4), Ministério da Economia, Portugal, 2001
- Eficiência Energética nos Edifícios (Programa P3E), Ministério da Economia, Direcção Geral de Energia, Portugal, 2002
- Caracterização Energética do Sector dos Serviços – Relatório de Síntese, Direcção Geral de Energia, 1994
- Consumo de Energia no Sector Doméstico, Direcção Geral de Energia, 1989
- Divulgação de Técnicas de URE em Edifícios – Unidades Hospitalares – Volume 1, Centro para a Conservação da Energia (CCE), 1997
- Divulgação de Técnicas de URE em Edifícios – Unidades Hospitalares – Volume 1, Centro para a Conservação da Energia (CCE), 1997
- Divulgação de Técnicas de URE em Edifícios – Estabelecimentos de Ensino – Volume 2, Centro para a Conservação da Energia (CCE), 1997
- Divulgação de Técnicas de URE em Edifícios - Edifícios Públicos Termos de Referência – Volume 3, Centro para a Conservação da Energia (CCE), 1997
- Caracterização dos Consumos de Energia no Sector dos Serviços – Restaurantes e Supermercados – Baixa Tensão Centro para a Conservação da Energia (CCE), 1997
- Condições de Utilização de Energia e de Segurança dos Principais Equipamentos Energéticos na Hotelaria, Centro para a Conservação da Energia (CCE), 1999
- Caracterização dos Consumos de Energia no Sector Doméstico, Centro para a Conservação da Energia (CCE), 1994
- Caracterização do sector eléctrico – Portugal Continental 2001, Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos (ERSE)
- Rational Use of Energy in the Hotel Sector, European Commission – Directorate-General for Energy (DG XVII), 1995
- Energy Saving Technologies in Large Commercial Surfaces, European Commission – Directorate-General for Energy (DG XVII), 1995
- Energy Efficiency in Office Buildings, European Commission – Directorate-General for Energy (DG XVII), 1993
- Energy Efficiency in Hospitals and Clinics, European Commission – Directorate-General for Energy (DG XVII), 1999
- European Energy and Transport Trends to 2030, European Commission – Directorate-General for Energy and Transport, 2003
- Energy and Environment in the European Union, European Environment Agency, 2002
- Demand-Side Management End-Use Metering Campaign in the Residential Sector, European Community – Save Programme, 1993
- Plano de Política Energética da Região Autónoma da Madeira, Agência Regional da Energia e Ambiente da Região Autónoma da Madeira, 2002
- Termos de Referência para o Projecto de Edifícios do Grupo SONAE - Habitações, Edifícios Saudáveis Consultores, 1998
- Plano para a Utilização Racional de Energia nos Edifícios – Região Autónoma dos Açores, Edifícios Saudáveis Consultores, 2004
- Estudo Sobre as Condições de Utilização de Energia nos Grandes Espaços Comerciais, INETI – Instituto de Tecnologias Energéticas, 2000
- BREEAM Offices 2004 Manual, British Research Establishment, London – England, 2004
- CIBSE Code for Lighting, The Chartered Institute of Building Service Engineers, London – England, 2002
- Heating and Cooling of Buildings – Design for Efficiency, Rabl, A., Kreider, J., 1994
- American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, ASHRAE (publicações várias)
- Washing Machines, Driers and Dishwashers – Final Report, Group for Efficient Appliances, 1995
- Domestic Electricity in Detached Houses, NUTEK, 1995
- Etude Experimentale des Appareils Electromeneagers a Haute Efficacite Energetique Places en Situation Reelle, Cabinet Sidler for the Commission of the European Communities, 1996
- Lessons Learned from European Metering Campaigns of Electrical Consumption in Domestic Appliances – 48th International Appliance Technical Conference, Waide, P., Lebot, B., Lopes, C., Sideler, O., 1997
- Relatório de Ambiente – Ambiente e Sociedade, Electricidade de Portugal, 2002
- Documentação técnica de diversos electrodomésticos, Elementos fornecidos por diversos fabricantes
- Programa de simulação térmica dinâmica de edifícios EnergyPlus (E+), United States Department of Energy, 2004
- Material estatístico disponível para download, www.ine.pt
- Material estatístico disponível para download, www.dge.pt