

MATRIZ DE ENERGIA DA ÁREA METROPOLITANA DO PORTO | NORTE DO DOURO





FICHA TÉCNICA

Título | MATRIZ DE ENERGIA DA ÁREA METROPOLITANA DO PORTO | NORTE DO DOURO

Edição | AdEPorto – Agência de Energia do Porto | Março 2014

Design Gráfico | Miguel Freitas Design

Pré-impressão e Impressão | Selecor – Artes Gráficas, Lda.

Tiragem | 2000 exemplares

Depósito Legal | 373358/14

ISBN | 978-989-97498-1-8

Impresso em papel reciclado

 MATRIZ DE ENERGIA DA ÁREA METROPOLITANA DO PORTO | NORTE DO DOURO |

AdEPorto – Agência de Energia do Porto – Eduardo de Oliveira Fernandes,
Alexandre Varela, Maria João Samúdio, Emanuel Sá e João Silva.

Colaboração técnica:

FGT – Fundação Gomes Teixeira da Universidade do Porto – Vítor Leal (coordenador),
Hugo Santos, Zenaida Mourão e Gustavo Souza.

AGRADECIMENTOS

Associação Empresarial do Baixo Ave, Associação Empresarial da Maia, Associação Comercial e Industrial de Gondomar, Associação Empresarial da Póvoa de Varzim, Associação Comercial e Industrial de Santo Tirso e Gabinete do Empresário de Valongo; Fundição da Aboíinha, Lda. e Garfer Internacional; e as seguintes personalidades: Eng.º João Marrana (AMTP); Eng.^{os} Paulo Salteiro Rodrigues, Maria Luísa Portugal Basílio e Maria da Graça Silva Torres (DGEG); Professor Joaquim Carmona e Eng.º Pedro Pinto (Metro do Porto); Eng.º Rocha Teixeira (STCP); Eng.º João Farinha Mendes (LNEG); Dr. Manuel Eduardo Ferreira (CEBIO); Eng.º Rui Rodrigues (ICC); Engº Tiago Madeira (Termolan).



APRESENTAÇÃO

A temática da energia, sempre presente como fator de bem-estar dos cidadãos e de produção de riqueza e de desenvolvimento de uma qualquer sociedade, atravessou século de pujança tecnológica e económica que conduziu aos níveis de desenvolvimento socioeconómico e às expressões de industrialização e urbanização de hoje. Surgiu, entretanto, já na década de 50 do século passado e, desde então, de forma cada vez mais objetiva, o alerta para os impactos ambientais dos grandes equipamentos de conversão energética – a energia não se ‘produz’ – e, em última análise, das ‘razões de ser’ desses equipamentos expressas na urbanização e na industrialização e, afinal, na sociedade de consumo desenfreado dos nossos dias.

As preocupações com os impactos ambientais começariam por ser focalizadas no ambiente de proximidade, ainda que este pudesse ser a poluição do Mar Aral ou dos céus de Londres ou de Los Angeles e atingiu progressiva e definitivamente a questão central da sustentabilidade global como resultado da cadeia de eventos: combustíveis, emissões de CO₂, aquecimento global e alterações climáticas.

Agora, como há 50 anos, a responsabilidade última está nos utilizadores finais.

Foi esse o racional que levou a OCDE a definir o princípio do poluidor/pagador em 1972. Os poluidores são, pois, os cidadãos agregados em comunidades sejam estas aldeias, cidades, regiões ou países. A organização política focada no bem-estar dos cidadãos foi privilegiando setores que se diria mais óbvios como as acessibilidades, o abastecimento de água, o desenvolvimento cultural, a gestão de resíduos e, mais recentemente, o ambiente expresso sobretudo na qualidade de vida urbana, mas não valorizando suficientemente o parâmetro da responsabilidade ambiental por excelência que é a ‘pegada ecológica’ e tardando em reconhecer a própria responsabilidade perante as emissões de CO₂.

A energia não tem constado do ‘portfólio’ do candidato nem do eleito Municipal. Questão cultural? Seguramente. E, no entanto, o princípio do poluidor/pagador aí está com o seu peso ético e moral de modernidade.

As Agências de Energia não serão substitutas de nada pré-existente. São novos instrumentos facilitadores da introdução da energia na gestão autárquica. Mas, como no caso da água, não fazem sentido se confinadas ao âmbito de um só Município, já que a energia dos Municípios, mais do que qualquer iniciativa de captação/conversão, vulgo ‘produção’, é a energia da utilização nos edifícios, na mobilidade e nos transportes e na indústria que, por razões óbvias, acabam por tender a ser de algum modo realidades de um conceito de cidade alargada, isto é, interurbanos ou metropolitanos.

A Matriz de Energia que aqui se apresenta constitui um documento único elaborado com o apoio da Academia, em particular, da Faculdade de Engenharia via Fundação Gomes Teixeira da Universidade do Porto como um retrato datado dos fluxos energéticos na Área Metropolitana do Porto a Norte do Douro (AMP-ND) disponibilizando informação que é a condição primeira para a ação, também a política. Os dados compilados reportam-se a 2009 mas com a elaboração desta Matriz

ficam criados mecanismos que agilizam a atualização continuada da informação aproximando cada vez mais a última disponível do ‘hoje e aqui’.

A publicação deste documento com algum atraso deveu-se ao interesse em associar a sua divulgação à das Matrizes Municipais e, quanto possível, as propostas de estratégia para a sustentabilidade e os planos para a energia sustentável. As circunstâncias não o tendo permitido, aqui se torna público formalmente como documento central do projeto patrocinado pelo ON.2 – O Novo Norte, isto é, como instrumento da ‘construção’ e consolidação da Agência de Energia do Porto de âmbito Metropolitano a Norte do Douro: a AMP-ND.

Uma palavra de reconhecimento à equipa de investigadores do IDMEC-FEUP que, através da Fundação Gomes Teixeira e em articulação com o Programa MIT-Portugal na FEUP, desenvolveu o trabalho que conduziu à Matriz sob a orientação do Professor Doutor Vitor Leal do Departamento de Engenharia Mecânica da FEUP. O que agora se publica assenta numa síntese preparada pelos autores e assumida e adaptada sob a responsabilidade da Administração da AdEPorto.

Eduardo de Oliveira Fernandes





SUMÁRIO EXECUTIVO

A Matriz de Energia da Área Metropolitana do Porto a Norte do rio Douro (AMP-ND) abrange os nove Municípios da AMP-ND: Gondomar, Maia, Matosinhos, Porto, Póvoa de Varzim, Santo Tirso, Trofa, Valongo e Vila do Conde, isto é, inclui por razões de coerência territorial o Município de Valongo apesar de este ainda não ser associado da Agência de Energia do Porto. Com as suas idiossincrasias mas unidos por razões territoriais, económicas e políticas, aqueles Municípios vêm integradas nesta Matriz de Energia da AMP-ND, referida ao ano de 2009, cada uma das suas Matrizes da Energia Municipais, as quais deverão vir a ser publicadas individual e autonomamente. Para oito desses Municípios esta será a primeira vez que é efetuada esta abordagem de tipo ‘análise-síntese’ incidindo na energia da procura, vulgarmente designada de ‘consumo de energia’, que assegura o bem-estar e a atividade económica, já que para o Município do Porto se trata de dar continuidade à Matriz já publicada em 2008 e referida ao ano de 2004. Uma outra Matriz efetuada para Matosinhos não se afigura ter seguido a mesma metodologia. A elaboração da Matriz de Energia é ao mesmo tempo um exercício de diagnóstico, isto é, de análise e de síntese, expressa eloquentemente no conhecido Diagrama de Sankey (figura 1), que conduz a informação essencial para a gestão da energia e das suas implicações ambientais à escala municipal a qual, uma vez inserida num quadro de *benchmarking*, permite:

– Identificar os setores responsáveis pela maior procura de energia ou mais ‘consumidores’ e que, por isso, devem ser acompanhados com maior atenção;

– Identificar os setores e usos da energia (a energia não se consome nem se produz!) em que haja maior distanciamento das melhores práticas e, conseqüentemente, haja mais oportunidades ou mesmo maior premência de ações de eficiência energética;

– Analisar a adequação, numa lógica de eficiência energética, entre os vetores energéticos (gás, eletricidade, biomassa, sol,...) e os usos (aquecimento ambiente ou de fluidos em processos industriais, cozinha, eletricidade específica, transporte, etc.), nomeadamente, numa perspetiva de eventual preferência no uso de alguns combustíveis, incluindo a biomassa de proximidade e do sol sobre a eletricidade para fins de calor;

– Avaliar a taxa de cobertura da procura por recursos endógenos renováveis e identificar prioridades e modalidades para a promoção do seu uso;

– Contribuir para a definição de metas e planos de ação para a sustentabilidade ambiental *lato sensu* e/ou especificamente para a energia sustentável;

– Identificar prioridades de intervenção no que respeita às infraestruturas edificadas e outras e às frotas próprias das autarquias com impacto no uso de energia.

A nível metodológico, este documento aporta contribuições significativas, das quais se destacam a repartição da energia utilizada na AMP-ND por usos finais, a análise da energia útil e uma metodologia *bottom-up* para o setor dos transportes. Em particular, a análise da energia útil permite uma melhor compreensão das reais necessidades de energia para as atividades produtivas e para o bem-estar, desacoplada das expressões estatísticas mais correntes das energias comerciais como são as vendas de eletricidade ou combustíveis e liberta da energia das perdas na conversão ao longo da cadeia energética, aliás, aqui evidenciadas através do diagrama de Sankey para a AMP-ND (figura 1) que mostra que apenas pouco mais de $\frac{1}{3}$ da energia que se retira da natureza se converte de facto em ‘efeito energético útil’.

Quanto à metodologia específica para o setor dos transportes, a sua necessidade assentou no facto de o método de utilização das vendas de combustíveis por parte das entidades estatísticas nacionais se revelar potencialmente enganador na elaboração das matrizes municipais tendo em conta a possibilidade de abastecimento em Município que não o de residência ou de sede de atividade. Assim, desenvolveu-se aqui um método que parte de medições e estimativas da mobilidade em passageiro.km e do transporte em tonelada.km e da repartição dessa mobilidade pelos diferentes modos de transporte e ainda das características técnicas dos parques de veículos envolvidos.

Dos resultados obtidos, (figura 1) destacam-se, entretanto, os seguintes aspetos:

– A AMP-ND apresenta grande diversidade entre Municípios no uso da energia. Embora as médias das energias primária (EP) e final (EF) per capita na AMP-ND estejam próximas das médias nacionais (22,9 vs. 24,3 MWh_{ep}*/hab, respetivamente, em energia primária e 17,9 vs. 19,9 MWh_{ef}*/hab em energia final), verificam-se grandes diferenças entre os vários Municípios da AMP-ND, cujas procuras (vulgo, consumos) de energia primária variam entre 13,0 MWh_{ep}/hab em Gondomar e 37,8 MWh_{ep}/hab em Santo Tirso. De forma idêntica, enquanto a AMP-ND apresenta níveis de emissões de gases com efeito de estufa (GEE), semelhantes aos nacionais (4,8 tCO₂eq./hab) alguns Municípios apresentam emissões abaixo das 3 tCO₂eq./hab (Gondomar, Póvoa de Varzim e Valongo), outros em torno das 5 tCO₂eq./hab (Maia, Porto, Trofa e Vila do Conde) e outros, ainda, (Matosinhos e Santo Tirso), apresentam emissões acima das 6,5 tCO₂eq./hab. Isto quando o objetivo apontado para a UE em 2050 é 2 tCO₂eq./hab;

* MWh_{ep} – MegaWatt.hora de energia primária.
* MWh_{ef} – MegaWatt.hora de energia final.

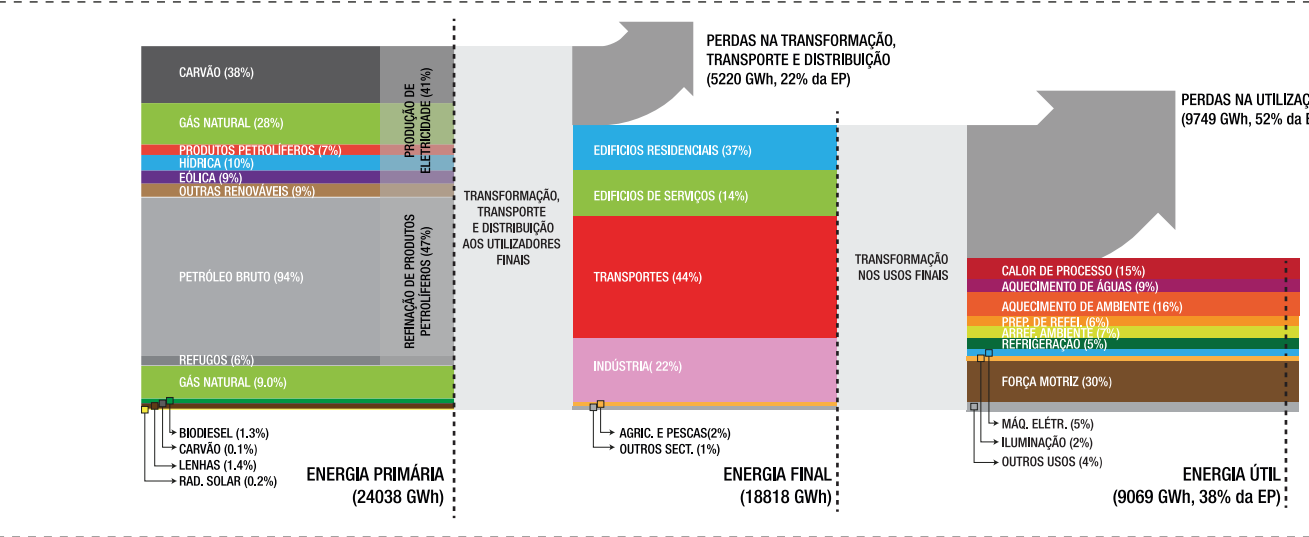


Figura 1 | Diagrama de Sankey AMP-ND (2009): energia primária (EP) vs energia final (EF) por setores vs energia útil

[14]

– Importância dos transportes e dos edifícios. Os transportes são o setor com maior peso na procura de energia primária em cinco dos nove Municípios, sendo exceções o Porto e Matosinhos, onde o setor com maior peso é o dos edifícios, e a Maia e Santo Tirso em que é a indústria. O grande peso demográfico daqueles dois primeiros Municípios acaba por fazer com que para o todo da AMP-ND os setores dos transportes e dos edifícios se equivalham ao nível da utilização da energia primária, com pesos de 37% vs. 36% respetivamente face aos 24% da indústria. No entanto, em termos de emissões de GEE, o setor dos transportes surge como o responsável pela maior fração, com um peso de 42% face aos 32% e 23% dos setores dos edifícios e da indústria, respetivamente. Para este resultado muito contribui

certamente o facto de o sistema eletroprodutor nacional se ter tornado nos últimos anos significativamente mais eficiente e menos dependente de fontes fósseis, o que atenua o peso dos edifícios e da indústria na energia primária de origem fóssil e, conseqüentemente, nas emissões;

– Baixa taxa de cobertura dos recursos endógenos. A nível nacional, as energias renováveis representavam, em 2009, 20% da energia primária utilizada e 43% da eletricidade produzida. Os valores equivalentes encontrados para a AMP-ND são de 6,3 e 4,1% respetivamente. Naturalmente que o facto de não se encontrarem na AMP-ND grandes parques eólicos nem grandes hidroelétricas* não permitiria expetativas muito altas. Porém, tendo este estudo estimado que cerca de 27% da energia final utilizada na AMP-ND é na geração de calor, identifica-se uma clara oportunidade para um crescimento significativo da taxa de cobertura por energias renováveis de proximidade na energia primária através de tecnologias como o solar térmico e o aquecimento a biomassa, isto, sem descurar as contribuições das diversas variantes de microgeração de eletricidade;

– Peso da iluminação pública na fatura das autarquias. O estudo mostra que os consumos das infraestruturas e frotas sob gestão das autarquias representam 1,7% da procura de energia final na AMP-ND, 5,0% do consumo de eletricidade e 2,1% das emissões de GEE. O facto de estes valores não serem em si mesmos muito expressivos devem ser encarados sobretudo como uma prova de que o papel da autarquia no que respeita à energia não se deve cingir à gestão do que é ‘seu’, mas antes deve ser de política procurando influenciar ‘tudo o que se passa no seu espaço’ nomeadamente nas estratégias de mobilidade e transporte e na qualidade energética, dita eficiência, de todo o edificado. Dito isto, não se deverá deixar de reconhecer que, quer pelo papel de exemplo que lhe cabe, quer pela expressão dos custos associados à aquisição da energia nos orçamentos municipais, se justifica prestar atenção

[15]

* A barragem de Crestuma-Lever está fisicamente localizada entre os concelhos de Gondomar e Vila Nova de Gaia mas para efeitos estatísticos associada a este último. Por coerência com a contabilização da produção das centrais hidroelétricas do Douro Internacional optou-se por manter o critério de não dividir entre as duas margens.

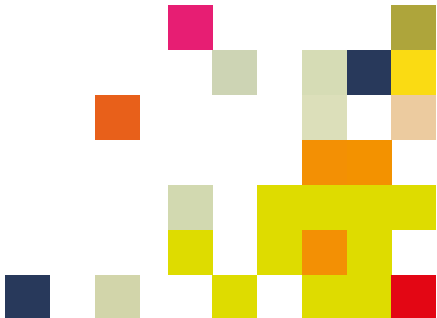
aos diferentes usos de energia nas infraestruturas e frotas sob gestão das autarquias. Neste aspeto, este estudo mostra claramente o peso da iluminação pública, responsável por cerca de metade dos consumos autárquicos.

Destaques e principais indicadores de energia na AMP-ND

Consumo de energia final <i>per capita</i> (MWh _{ef} /hab)	17,9
Consumo de energia primária <i>per capita</i> (MWh _{ep} /hab)	22,9
Emissões de GEE* <i>per capita</i> (tCO ₂ eq./hab)	4,8
Setores de maior procura em energia primária	Transportes (37%); Edifícios (36%)
Sector de maior procura em energia final	Transportes (44%)
Sector com maior responsabilidade nas emissões de GEE	Transportes (42%)
Vetores energéticos com maior procura	Gasóleo (30%); Eletricidade (29%)
Peso dos edifícios residenciais no consumo de eletricidade	32%
Peso dos edifícios de serviços no consumo de eletricidade	29%
Subsetor dos serviços de maior peso	Comércio (44%)
Vetor energético predominante na indústria	Eletricidade (44%)
Subsetores de maior peso na indústria	Metalurgia (20%); Alimentos, Bebidas e Tabaco (18%)
Peso dos ligeiros no total de energia final para transportes	72%
Peso das infraestruturas e frota sob gestão autárquica na procura de energia final do concelho	1,7%
Peso das infraestruturas e frota sob gestão autárquica no consumo de eletricidade do concelho	5,0%
Principal setor nos consumos das infraestruturas e frota sob gestão autárquica	Iluminação Pública (41%)

*só as relacionadas com energia.





ÍNDICE	
<i>Apresentação</i>	5
Sumário Executivo	9
Índice	
1. Introdução	19
2. Conceitos	21
3. Metodologia	25
4. Resultados – Matrizes desagregadas	29
4.1 Diagramas de Sankey	29
4.2 Matrizes da Energia	35
4.3 Análise energética global	49
4.4 Análise energética setorial	55
5. Avaliação global e Conclusões	67
<i>Referências</i>	73





1. INTRODUÇÃO

Apesar do crescente número de cidades que já elaboraram a sua 'Matriz de Energia' na UE e no país, o conceito e o método que lhe estão inerentes estarão ainda longe de se poderem dar por estabilizados. É verdade que uma conceção conservadora do conceito poderá remeter para o simples cruzamento dos vetores energéticos com os setores de utilização. Um olhar mais atento à natureza dos sistemas energéticos e interessado na utilização da informação produzida como instrumento da gestão energética à escala urbana acabará por determinar um progressivo refinamento de todo o tema das matrizes de energia. Em particular, o desafio da elaboração dos 'SEAP' ou 'PAES' (Planos de Ação para a Energia Sustentável) que a adesão ao Pacto dos Autarcas implica poderá constituir um *leitmotiv* e até um critério para a aferição do que é mais ou menos relevante numa matriz de energia. Em boa verdade, importa poder quantificar com crescente rigor, de jusante para montante, a energia útil que é necessária para a satisfação das necessidades de bem-estar e de progresso económico; a energia final ou vetor energético (correspondente à energia comercializada) que permita satisfazer aquelas necessidades em crescentes condições de eficiência energética; e, em última instância, a energia primária, que vem do ambiente, fóssil ou renovável e cuja conversão em energia final se faz em qualquer caso com rendimentos menores do que 100% com a agravante para o caso da energia fóssil de que a parte não convertida é toda ela poluição em que se incluem as emissões de CO₂.

A quantificação das três formas de energia acima referidas, que assume plena expressão na sua representação no conhecido Diagrama de Sankey (figura 1), põe em evidência que a energia útil, indispensável à satisfação do bem-estar e do desenvolvimento socioeconómico representa apenas cerca de 40% da energia primária

mobilizada. Quando, por exemplo, a perda da água na distribuição urbana acima de 20% é considerada particularmente gravosa, como não considerar esta situação de 60% de perdas da energia primária como sendo igualmente crítica tendo em conta o aspeto económico e o duplo aspeto negativo para o ambiente: de uso inadequado dos recursos naturais mas, sobretudo, pelo que representa de contribuição para o crescimento da concentração de CO₂ na atmosfera e consequente ameaça do aquecimento global o que é uma responsabilidade dos cidadãos e, do mesmo passo, forçosamente, dos procuradores dos cidadãos que são os Municípios.

É também no quadro daquele diagrama, no fundo uma elegante forma de representar a matriz, que se pode encontrar o racional para a gestão do nível de emissões de CO₂ *per capita*, como indicador do desenvolvimento segundo a ‘cultura do petróleo’ ou ‘cultura da combustão’ mas, também, apontar as oportunidades para futura ação num melhor ordenamento energético, favorecendo as energias renováveis e ao mesmo tempo a gestão da procura de energia para uma maior eficiência energética e uma ‘cultura da sustentabilidade’.

No que respeita ao aproveitamento de recursos endógenos na AMP-ND, muito embora fosse conhecido de antemão que não seria muito expressivo não deixa de ser importante contudo valorizar o que exista e integrá-lo nos mecanismos de monitorização, de forma a poder periodicamente avaliar o progresso verificado, progresso que se antevê muito significativo na água quente solar, na eletricidade solar e numa maior utilização da biomassa de proximidade.

Por sua vez, a caracterização da utilização de energia em infraestruturas e frotas sob gestão autárquica (incluindo empresas intermunicipais) justifica-se pela relevância que os custos com energia apresentam já na gestão económica das autarquias mas, também, com o facto de, para lá da simples expressão numérica, se reconhecer aos poderes públicos, para além da responsabilidade das políticas no seu âmbito, também, a responsabilidade do exemplo e da promoção das melhores práticas.

[22]

2. CONCEITOS

São três as ‘entidades’ energéticas ou formas de energia que estão em jogo, a saber, de montante para jusante: energia primária, energia final e energia útil. A conversão entre cada uma far-se-á, em geral, com perdas que refletem as limitações da física ou das tecnologias. Por energia primária entende-se a que corresponde à valia energética associada ao recurso primário extraído da natureza. São exemplos deste, o carvão, o crude, o gás natural e a biomassa mas, também, as frações de energia hídrica ou eólica que são convertidas em eletricidade ao passarem pelas turbinas sendo que as partes não convertidas são recurso energético-ambiental não utilizado e permanecem na natureza sob as formas de energia hídrica e eólica. As fontes primárias, porém, não poderão ser entendidas todas da mesma forma, sendo que há uma clara distinção entre as energias fósseis e as renováveis. Os recursos energéticos fósseis são limitados fisicamente, ainda que os respetivos limites não sejam conhecidos, acrescentando que o seu uso (consumo) através da combustão produz emissões designadamente de CO₂ que fazem desequilibrar o ciclo natural do carbono, com o consequente aquecimento global e subseqüentes alterações climáticas. As energias renováveis decorrem da fonte perene que é o sol e conquanto de baixa densidade e variabilidade no tempo vão dispor de tecnologias de conversão progressivamente cada vez mais acessíveis e economicamente favoráveis à sua exploração dispersa e próxima das utilizações. A sua operacionalização energética pode ter impactos locais significativos mas não interfere com o ambiente global, a menos de alguns dos materiais que suportem algumas das tecnologias.

A energia final refere-se à ‘entidade’ correspondente ao estado intermédio na cadeia energética que é disponibilizada ao utilizador final ou comercializada (edifícios, indústria, transportes, etc.) e é, por isso, também designada por vetor energético. A eletricidade que chega a cada edifício, as lenhas, os combustíveis, o gás natural ou

[23]

gás de petróleo liquefeito (propano ou butano), são tudo exemplos de energia final ou vetores energéticos cuja quantidade comercializada e ‘consumida’ pelo utilizador é contabilizada como ‘consumo’ de energia. Nesta perspetiva, a energia final é aquela que diretamente se correlaciona com os custos financeiros para o consumidor final e, por isso, tem tido tendência a ser a mais comum nas análises e estatísticas da energia. Uma vez que a transformação da energia primária em energia final se caracteriza tipicamente por processos com ineficiências e perdas (normalmente dissipação em calor e em gases de combustão), a quantidade de energia final comercializada é naturalmente inferior e seria, no melhor caso possível, igual à primária que lhe deu origem. As ‘perdas’ na obtenção das diversas formas de energia final a partir da primária são praticamente nulas nos casos do gás natural e do carvão dado que não há nenhuma transformação, pouco significativas na obtenção dos combustíveis rodoviários na refinação do petróleo bruto e, particularmente, muito significativas no caso da eletricidade quando obtida a partir dos combustíveis fósseis em centrais termoelétricas, desde logo por imposição da segunda lei da termodinâmica. Tudo isto justifica que na elaboração das matrizes de energia e na análise energética não se deva restringir ao nível da consideração apenas da energia final e implica que os valores estatísticos para as diversas formas de energia final devam ser revertidos para montante nos equivalentes de energia primária. Só assim, aliás, se estará em condições de fazer intervir com pleno conhecimento de causa a variável ambiental global que são as emissões de CO₂. Por outro lado, a energia só é comercializada e utilizada pelo consumidor final porque tem em vista um fim prático, quer seja iluminar espaços, aquecer água, mover um veículo ou um produto numa fábrica, etc.. Tecnologias e equipamentos fazem então uso da energia final para providenciar o serviço útil pretendido, sendo que também esse processo tem uma dada eficiência nessa conversão, i.e., nem toda a energia final utilizada resulta em efeito útil (por exemplo num motor de automóvel

cerca de 2/3 da energia química contida no combustível e libertada na combustão é perdida sob a forma de calor). A energia que acaba por efetivamente chegar a ‘fornecer um serviço’, já depurada de todas as perdas por conversão para formas não-úteis, designa-se por ‘energia útil’. Em última análise, é (apenas) esta a energia que pode ser identificada com os serviços de produtividade e de comodidade propiciados ao utilizador. Há aqui, pois, dois ‘tempos’ particularmente marcantes na responsabilidade pelas emissões de CO₂ e introdução de perdas de energia que são na conversão primária/final quando, por exemplo, se produz eletricidade numa central térmica ou quando se queima combustível num motor automóvel e na utilização por conversão final/útil pelos utilizadores finais. Uma outra responsabilidade ao nível destes resulta das opções por formas energia final que tenham no seu ‘DNA’ uma forte componente de perdas e emissões de GEE como é o caso da eletricidade proveniente do carvão e, menos, do gás natural. A responsabilidade dos cidadãos neste caso está em escolher os melhores vetores ou formas de energia final para a produção dos serviços energéticos de que carece como seja preferir gás natural para cozinhar ou produzir águas quentes sanitárias sempre que a eletricidade seja maioritariamente produzida à custa de combustíveis fósseis. Finalmente, e porque dos diversos impactos ambientais associados ao uso de energia, o de maior relevo atual é o das alterações climáticas, importa também considerar o impacto ao nível das emissões de GEE associado aos usos energéticos. Este indicador está ligado de forma muito próxima à energia primária fóssil, uma vez que parte significativa das emissões de GEE* ocorre na combustão dos derivados do petróleo, do carvão e do gás natural. Contudo há algumas diferenças de emissões entre os vários tipos de combustíveis, para o mesmo conteúdo energético primário, que em rigor justificam uma análise separada de GEE face à energia primária fóssil.

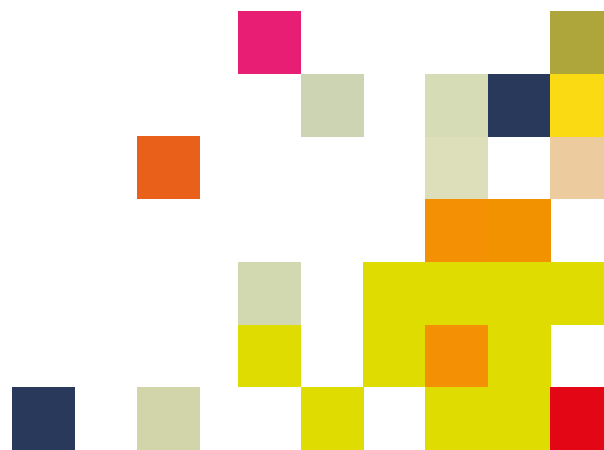
* GEE – gases com efeito de estufa, isto é, CO₂ e outros como o metano (CH₄) cujo poder ambiental negativo é maior que o do CO₂ mas que são emitidos em muito menor quantidade. Daí que a quantificação das emissões seja dada em CO₂ equivalente.



3. METODOLOGIA

Dá-se por adquirido, sem prejuízo da possibilidade de existência de variantes, que a base para o conceito de Matriz de Energia é a explicitação da correlação entre os vetores energéticos e os setores de utilização da energia, os quais a representação em matriz permite desagregar em simultâneo. Do ponto de vista prático, a informação de base para este exercício é o relatório anual de fornecimento de eletricidade e combustíveis fósseis, que a DGEG (Direção Geral de Energia e de Geologia) publica de forma desagregada para cada concelho, desde 1994 para a eletricidade e mais recentemente para outros vetores energéticos. A informação aí publicada refere-se à energia final, e permite portanto desde logo a análise dos totais e a desagregação por vetor energético e por setor de uso, informação esta que é já de manifesta relevância e utilidade. Porque estes documentos estatísticos precisam sempre de algum tempo para serem compilados, confirmados e publicados, à data de iniciação deste trabalho só a informação relativa a 2009 se encontrava disponível de uma forma completa e que permitisse constituir uma base de trabalho suficientemente robusta e sem lacunas demasiado grandes que de outras formas ou fontes dificilmente se conseguiriam colmatar. Tem-se, por isso, que o ano base de análise deste documento é o de 2009.

Uma lógica moderna de gestão da energia reclama porém uma análise complementar ao nível da energia primária e das emissões de GEE, dado que os vetores de energia final têm diferentes expressões neste nível. A obtenção das matrizes expressas em energia primária implica assim considerar as características dos processos de refinação para produção de combustíveis fósseis e, de forma crucial, das características e modo de operação do sistema eletroprodutor. Ambas as análises foram efetuadas com base no balanço energético nacional disponibilizado pela



DGEG para o ano de 2009, calculando os valores de energia primária e de emissões de GEE por unidade de energia final disponibilizada sob a forma de eletricidade e sob a forma de combustíveis fósseis refinados. No que respeita à eletricidade, foi efetuada correção para ano de hidraulicidade média. Nos restantes vetores energéticos, de utilização direta sem necessidade de processos significativos de transformação intermédia, foi considerado um rácio 1:1 na conversão contabilística primária-final (sendo o gás natural o caso mais significativo).

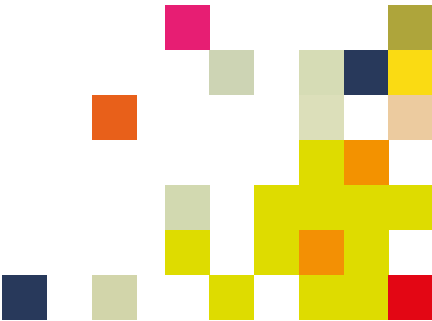
Num nível de análise ainda menos consolidado do ponto de vista da alimentação com informação estatística, mas cada vez mais demasiado relevante para ser ignorado, coloca-se a análise por usos, quer expressa em energia final quer expressa em energia útil. O método aqui adotado para a análise a este nível parte também da energia final publicada pela DGEG, adotando de seguida um modelo de repartição por usos para cada vetor energético, permitindo obter a repartição de energia final por uso, e um modelo de parque de tecnologias e respetivas eficiências para obter os valores absolutos e repartição em termos de energia útil.

Esgotadas as possibilidades de extração de informação estatística de incidência local a partir das fontes de âmbito nacional, a fase seguinte consistiu no refinamento da desagregação geográfica na complementação desses dados, através de contactos diretos com instituições, nomeadamente, associações comerciais e industriais, autarquias, indústrias e empresas locais. Com estes contactos procurou-se colmatar lacunas de informação principalmente ao nível do uso de carvão, lenhas e radiação solar, para os quais não se encontra informação desagregada ao nível municipal.

O setor dos transportes foi também objeto de um tratamento específico através da elaboração de um modelo de mobilidade na região abrangida por este projeto. Este modelo foi desenvolvido de raiz para este estudo e é baseado no Inquérito à Mobilidade da População Residente realizado em 2000 pelo INE, contemplando

contudo correções de variação da mobilidade, variação populacional, impacto da introdução da rede do Metro do Porto e alterações do parque automóvel ocorridas até 2009. Com este modelo procurou-se estimar os consumos de combustíveis atribuíveis aos diferentes Municípios, usando como critério que ao Município são atribuídos os consumos dos seus residentes e empresas, independentemente de o terem feito no interior ou no exterior da área geográfica deste, e independentemente do local onde abasteceram. Desta forma crê-se que os resultados do setor dos transportes refletem uma realidade que seria impossível de determinar somente através de uma análise de vendas de combustíveis por Município, sendo que esta última embora fácil do ponto de vista metodológico se apresentaria como duvidosa no significado dos resultados.

Na figura 2 faz-se uma representação esquemática do processo utilizado.



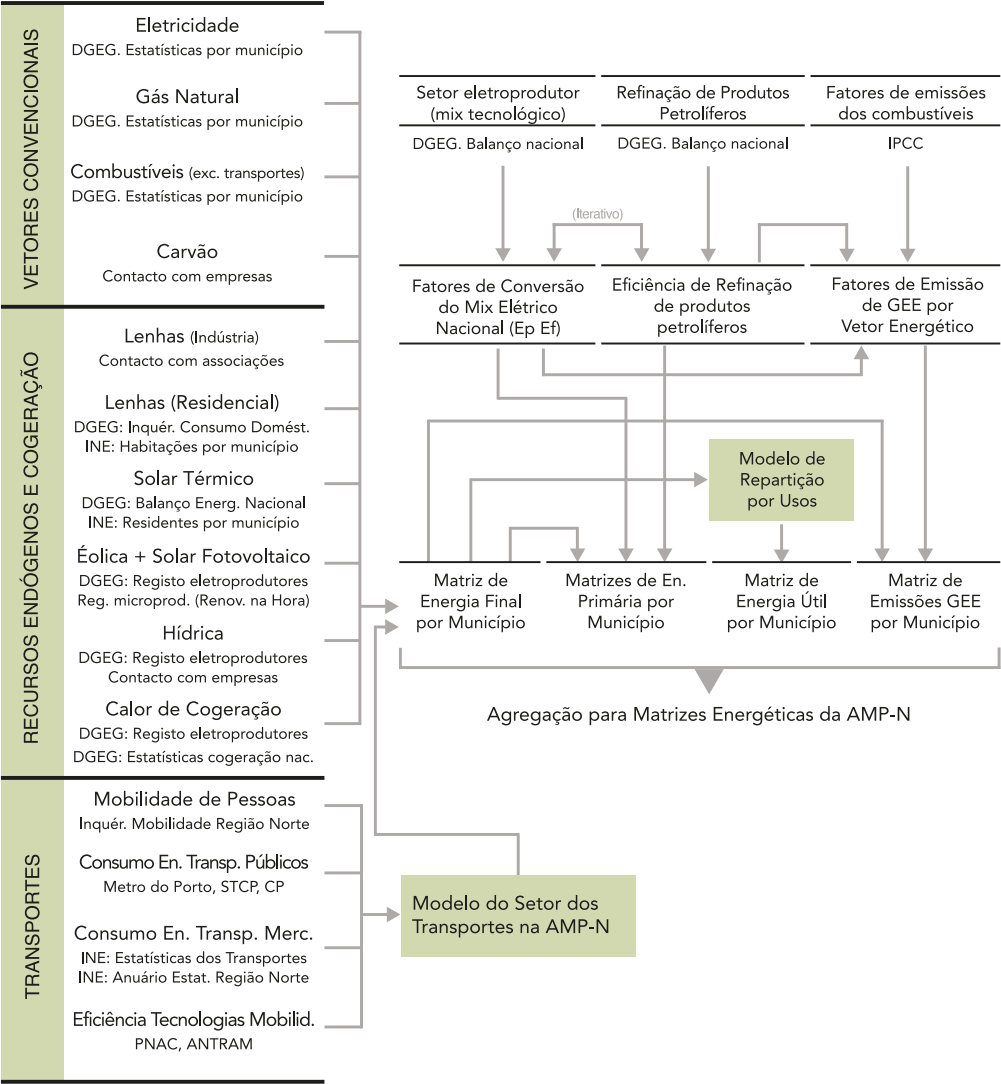


Figura 2 | Esquema da metodologia usada na compilação e cálculo das matrizes da AMP-ND e seus Municípios.

4. RESULTADOS – MATRIZES DESAGREGADAS

A população da AMP-ND no conjunto dos nove Municípios: Gondomar, Maia, Matosinhos, Porto, Póvoa de Varzim, Santo Tirso, Trofa, Valongo e Vila do Conde, atingia em 2009, cerca de 1 milhão e 50 mil residentes, distribuídos por uma área de 834 km². Esta população era constituída por 26% com menos de 25 anos, 58% entre os 25 e os 65 anos, e 16% com mais de 65 anos, valores que se encontram próximos da repartição média nacional respetivamente de 26% – 56% – 18%. A população ativa empregada por conta de outrem distribuía-se pelo setor primário (0,4%), setor secundário (27,5%) e setor terciário (72,1%) o que compara com 1,6%, 33,7% e 64,7%, respetivamente, para o todo nacional. O valor médio de empresas por mil habitantes era de 110,6, ligeiramente acima da média nacional de 99,6. Registe-se contudo que esta média resulta do elevado valor do Município do Porto (182,2), já que todos os restantes Municípios têm valores inferiores aos 110,6 de média da AMP-ND, e seis têm mesmo valores inferiores à média nacional. O número médio de 3,7 empregados por empresa é ligeiramente superior aos 3,5 de média nacional. Conjugados estes valores indiciam uma atividade focalizada no setor dos serviços, embora com uma contribuição importante da indústria em alguns dos Municípios.

4.1 DIAGRAMAS DE SANKEY

O Diagrama de Sankey representa graficamente a evolução da energia desde o seu estágio de energia primária (EP) até à energia útil, aquela que é de facto interessante para os utilizadores, passando pela energia final (EF). As três zonas apresentam-se subdivididas em bandas horizontais conforme estão assinalados nas figuras 3 a 7.

Há dois diagramas de Sankey gerais (figura 1 e figura 3), cuja diferença reside na desagregação da energia final. Na zona à esquerda do diagrama está representada a desagregação da energia primária (EP) que se subdivide em petróleo bruto, carvão, gás natural, hídrica, eólica, produtos petrolíferos, refugos, lenhas, biodiesel e radiação solar. O facto de o gás natural aparecer subdividido em duas zonas é para que se possa fazer uma leitura na horizontal da passagem da energia primária à final nas duas circunstâncias de mercado: há gás natural (energia primária) que é convertido em eletricidade (energia final) e gás natural que é ele próprio usado como energia final. As setas a negro indicam a parte da energia perdida nas conversões primária/final, cerca de 22%, dependendo, nomeadamente, do mix da energia primária para a produção da eletricidade e 52% na final/útil.

A zona intermédia, da energia final (EF), apresenta duas subdivisões: a das formas de energia final ou vetores (figura 3), e a da energia final expressa nos setores económicos utilizadores de energia (figura 1).

Além destes dois diagramas há quatro outros diagramas que representam a desagregação por setores: edifícios de habitação (figura 4), edifícios de serviços (figura 5), transportes (figura 6) e indústria (figura 7).

A novidade nestes quatro diagramas é que a energia primária é construída de jusante para montante na proporção dos valores da energia final da figura 1. Notar-se-á, por exemplo que a energia elétrica é muito mais usada nos edifícios, em particular nos edifícios de serviços enquanto os combustíveis são muito mais usados nos transportes e a indústria reparte melhor os seus usos entre eletricidade e combustíveis.

O diagrama da figura 3 põe em destaque a percentagem de energia primária que é perdida em conversões (cerca de 22%) e a percentagem de energia final perdida na conversão em útil (52%).

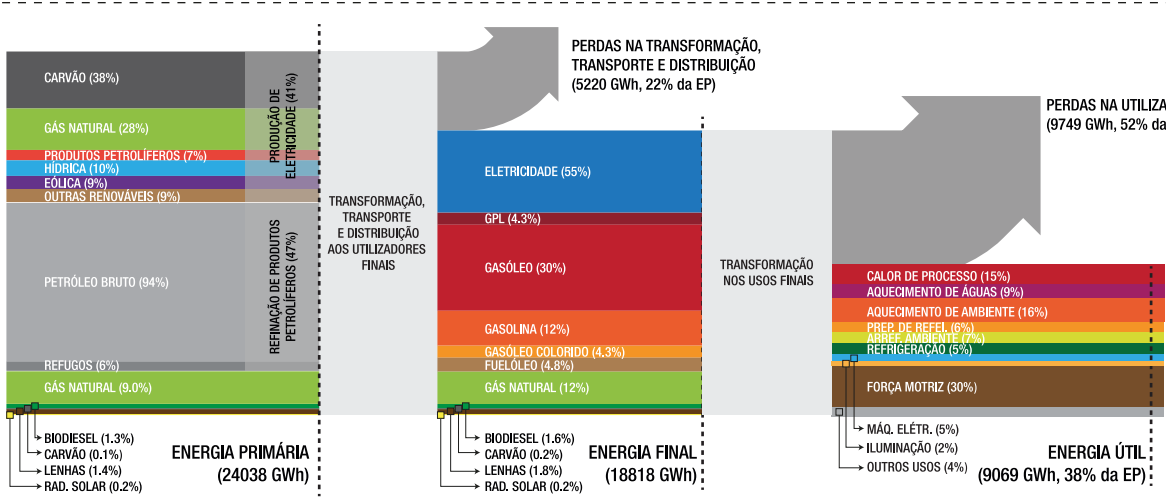


Figura 3 | Representação em diagrama de Sankey da cadeia energética da AMP-ND evidenciando os diversos tipos de energia primária (EP) e de energia final (EF) ou vetores energéticos e de energia útil ou, ainda, ‘serviços de energia’

Na conversão da energia final em energia útil as perdas situam-se ao nível do utilizador. Sendo sempre difíceis de quantificar, a sua estimativa representada no diagrama, porém, é eloquente do que poderá e deverá ser feito em termos de as reduzir, isto é, da promoção da eficiência ao nível da utilização, isto é, das cidades. As figuras 4 a 7 representam os diagramas de Sankey para as cadeias energéticas dos quatro setores mais marcantes no balanço energético nacional, os edifícios, subdivididos em residenciais e de serviços, os transportes e a indústria. Analogamente à análise feita para o diagrama da figura 3 é interessante comparar as perdas inerentes aos edifícios nas duas etapas de conversão primária vs final e final

vs útil a marcar a relevância da eletricidade na primeira daquelas conversões (32%) dado que os edifícios são os grandes utilizadores da eletricidade em Portugal. De relevar que este valor tende a diminuir com o crescente recurso à energia primária de origem renovável.

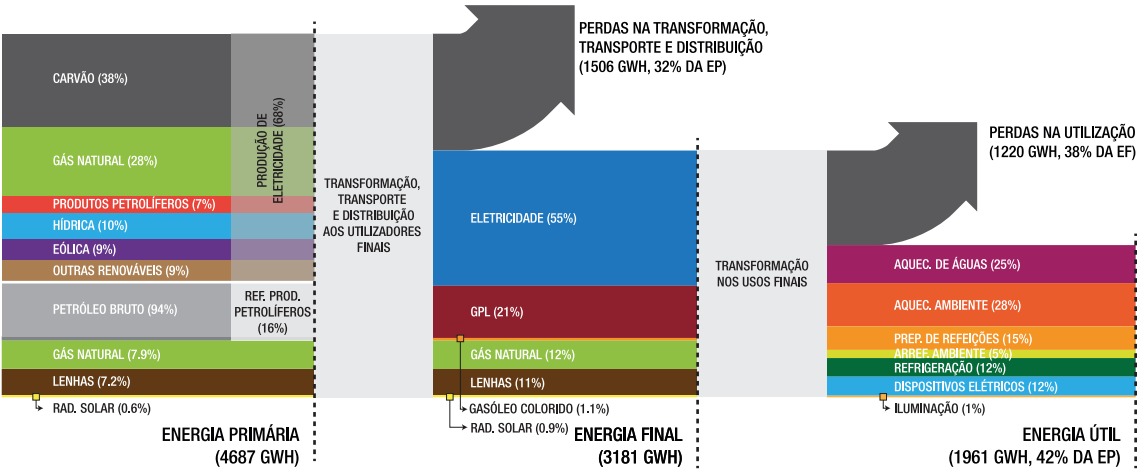


Figura 4 | Representação em diagrama de Sankey da cadeia energética afeta ao setor dos edifícios residenciais

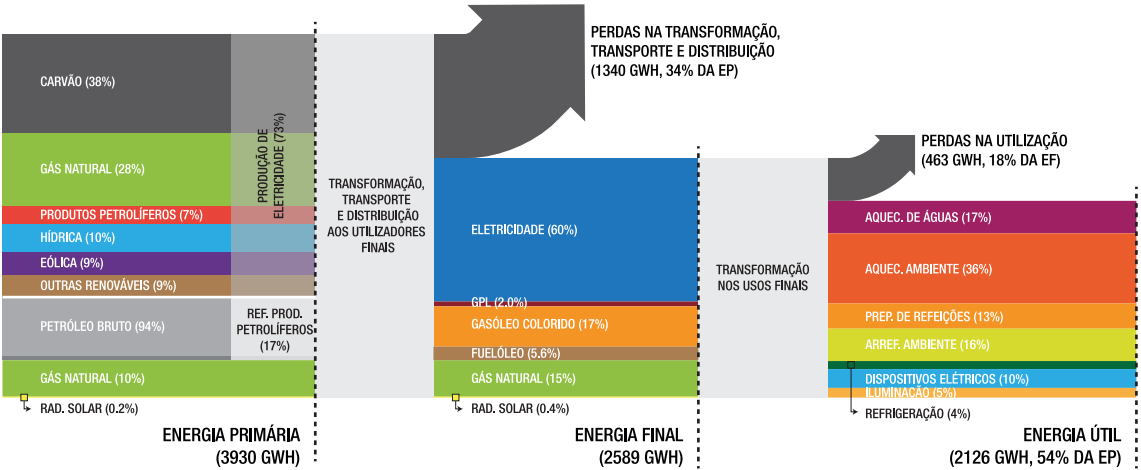


Figura 5 | Representação em diagrama de Sankey da cadeia energética afeta ao setor dos edifícios de serviços

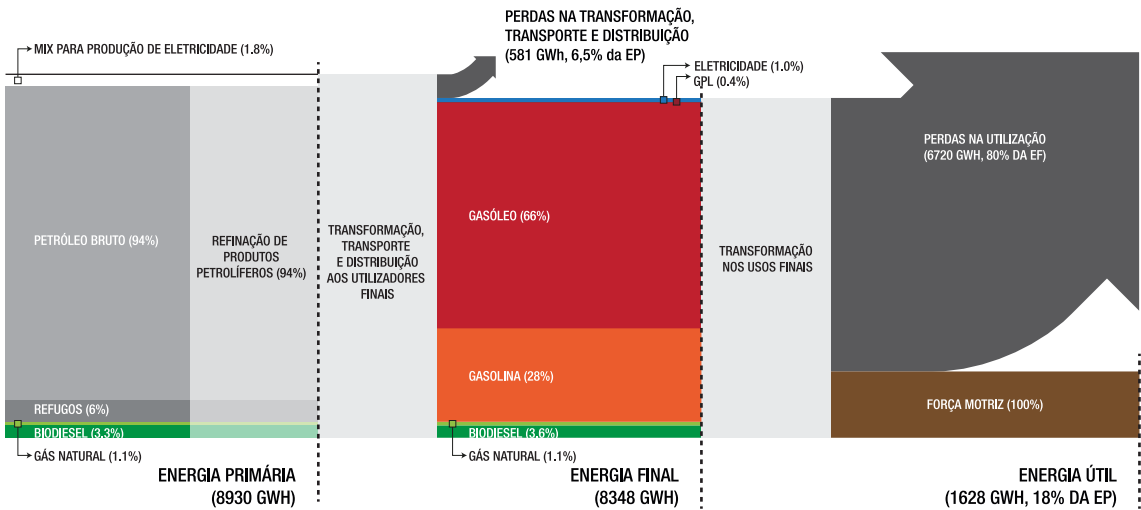


Figura 6 | Representação em diagrama de Sankey da cadeia energética afeta ao setor dos transportes

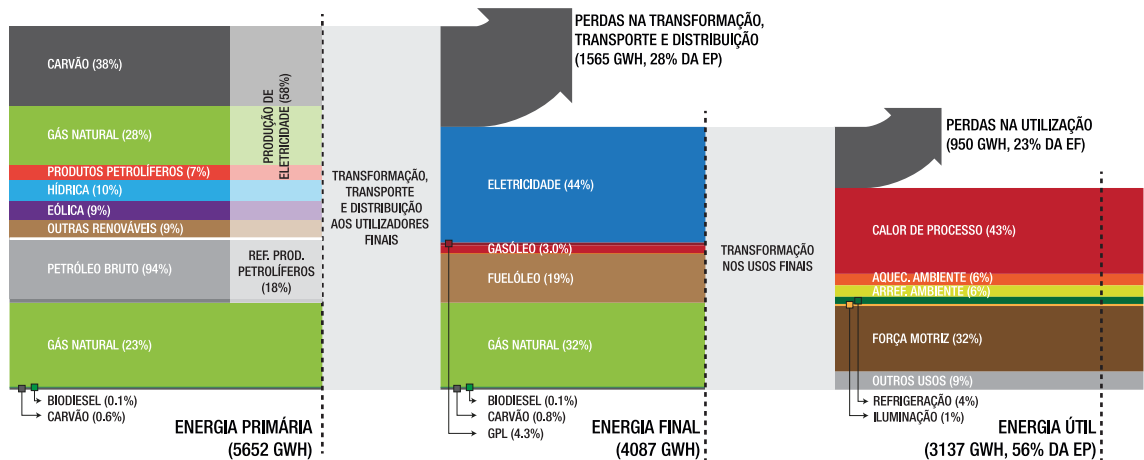


Figura 7 | Representação em diagrama de Sankey da cadeia energética afeta ao setor da indústria

4.2 MATRIZES DA ENERGIA

4.2.1 MATRIZ DE ENERGIA PRIMÁRIA VS. SETORES

As Matrizes numéricas desagregadas que se seguem procuram explicitar a informação sugerida nos diagramas de Sankey. Assim, na tabela 1 apresenta-se a desagregação da energia primária por setores. De notar que o fato de em ordenadas estarem apontados os vetores energéticos, essa é apenas uma forma de representação que não contradiz os diagramas de Sankey. O dizer-se explicitamente que se representa energia primária significa que os valores não contabilizam a energia final de cada vetor mas a energia primária que esteve na origem de cada vetor. Isso autoriza a escrever como se tem no cabeçalho, energia primária expressa em vetores usada por setores. De notar que se distingue dentro do setor edifícios os subsectores residencial e serviços. Esta é uma separação muito legítima já que entre os edifícios residenciais e de serviços a distribuição de usos da energia é muito diversa. No limite, poder-se-á dizer que nos serviços quase não haverá usos de água quente sanitária enquanto nos edifícios residenciais em Portugal, e em particular na AMP-ND quase não deverá haver energia para o arrefecimento ambiente, vulgo, ar condicionado. Acresce que os edifícios de serviços tendem a ter maiores volumes interiores dependentes de iluminação artificial e de climatização em resposta ainda a maiores densidades de ocupação enquanto os edifícios residenciais devem ser muito mais dependentes da qualidade da envolvente e, consequentemente, mais exigentes em arquitetura/construção e menos consumidores de energia para a iluminação e aquecimento por m² de pavimento que os edifícios de serviços. O que ressalta da figura 8 é que há vetores energéticos que, como se sabe são mais comuns em certos setores do que noutros. Tal é o caso da biomassa de proximidade na habitação e dos combustíveis na indústria. Estranho é, de facto que a biomassa não apareça com maior expressão como vetor energético na indústria e, mesmo assim, mais representada nos edifícios residenciais.

Tabela 1 | Matriz vetores em energia primária vs. setores na AMP-ND (GWh/ano)

	Residencial	Serviços	Transportes	Indústria	Agric. e pescas	Outros	Total	% vetores
Eletricidade	3202,9	2850,9	158,7	3300,0	65,1	381,7	9959,3	41,4%
Gás Natural	368,6	394,1	94,1	1311,2	0,1	2,0	2170,1	9,0%
Gasóleo	0,0	0,0	5898,6	129,5	2,3	26,7	6057,1	25,2%
Gasolina	0,0	0,0	2443,3	1,2	0,0	0,1	2444,6	10,2%
GPL	717,2	55,8	37,0	51,6	0,2	1,2	863,1	3,6%
Outros deriv. Petroleo	34,2	619,8	0,0	818,9	358,7	0,0	1831,5	7,6%
Biomassa	336,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	336,1	1,4%
Rad. Solar	27,8	9,3	0,0	0,0	0,0	0,0	37,1	0,2%
Outros	0,0	0,0	297,7	39,8	0,1	1,2	338,8	1,4%
Total	4686,8	3929,9	8929,5	5652,3	426,5	412,8	24037,7	
% setores	19,5%	16,3%	37,1%	23,5%	1,8%	1,7%		

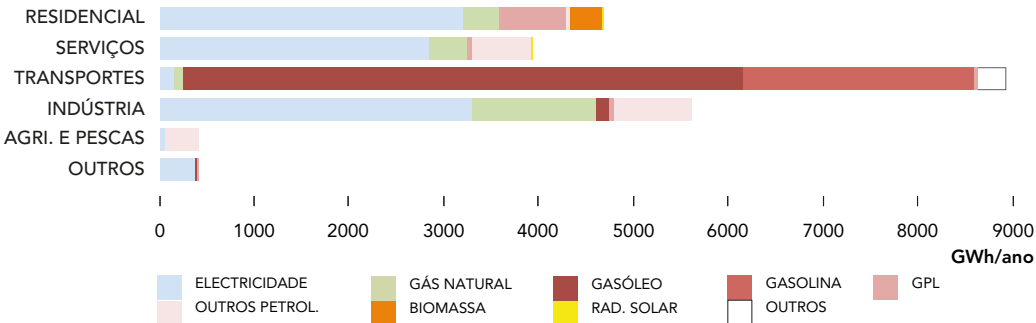


Figura 8 | Usos de energia primária por setor e por vetor na região da AMP-ND.

A tabela 1 não desagrega a energia primária em fóssil e renovável enquanto o diagrama de Sankey assinala as fontes de energia renováveis que asseguram a energia final. Claro que aqui também não se conta o sol que aquece a casa, energia que

é bastante significativa no nosso país quando as janelas são bem localizadas e as paredes interiores não são revestidas a *pladur*. Poder-se-ia fazer uma representação da energia primária fóssil que é no fundo a que entra para os cálculos de emissões de GEE. É o caso da figura 9. No entanto, não seria conveniente esquecer que a eletricidade que surge na tabela 1A e na figura 9 não contém o contributo das renováveis.

Tabela 1A | Matriz vetores vs. setores em energia primária fóssil para a região da AMP-ND (GWh/ano)

	Residencial	Serviços	Transportes	Indústria	Agric. e pescas	Outros	Total	% nos vetores
Eletricidade	2236,4	1990,6	110,8	2304,2	45,5	266,5	6954,0	34,2%
Gás Natural	368,6	394,1	94,1	1311,2	0,1	2,0	2170,1	10,7%
Gasóleo	0,0	0,0	5898,6	129,5	2,3	26,7	6057,1	29,8%
Gasolina	0,0	0,0	2443,3	1,2	0,0	0,1	2444,6	12,0%
GPL	717,2	55,8	37,0	51,6	0,2	1,2	863,1	4,2%
Outros Petro.	34,2	619,8	0,0	818,9	358,7	0,0	1831,5	9,0%
Outros	0,0	0,0	0,0	34,1	0,0	0,0	34,1	0,2%
Total	3356,4	3060,3	8583,9	4650,8	406,8	296,5	20354,6	
% nos setores	16,5%	15,0%	42,2%	22,8%	2,0%	1,5%		

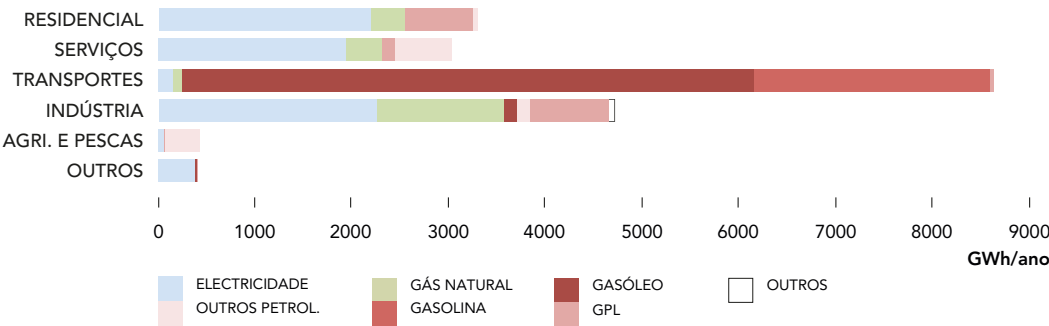


Figura 9 | Uso de energia primária fóssil por setor e por vetor na região da AMP-ND.

4.2.2 MATRIZ DE ENERGIA FINAL VS. SETORES

A tabela 2 corresponde à tabela 1 mas contabiliza a energia final ou vetores energéticos ainda chamada energia comercial. De notar que a energia solar assinalada é certamente a que é contabilizável associada às tecnologias recentes, seja de água quente, seja de fotovoltaica. Não se contabiliza aqui nenhuma energia solar ‘passiva’, aquela que um pouco a exemplo de certa ‘economia paralela’ como a ‘produção de legumes no quintal para uso próprio’ se pode captar com o próprio edifício com suporte na arquitetura e na construção. A verdade, porém, é que esta energia solar deveria poder ser também contabilizada como critério de avaliação da qualidade do edificado.

Tabela 2 | Matriz vetores energia final vs. setores em para a região da AMP-ND (GWh/ano)

	Residencial	Serviços	Transportes	Indústria	Agríc. e pescas	Outros	Total	% nos vetores
Eletricidade	1743,0	1551,4	86,4	1795,9	35,4	207,7	5419,8	28,8%
Gás Natural	368,6	394,1	94,1	1311,2	0,1	2,0	2170,1	11,5%
Gasóleo	0,0	0,0	5540,1	121,7	2,2	25,1	5689,1	30,2%
Gasolina	0,0	0,0	2294,9	1,1	0,0	0,1	2296,1	12,2%
GPL	673,6	52,4	34,8	48,5	0,2	1,1	810,6	4,3%
Outros Petro.	32,1	582,1	0,0	769,1	336,9	0,0	1720,2	9,1%
Biomassa	336,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	336,1	1,8%
Rad. Solar	27,8	9,3	0,0	0,0	0,0	0,0	37,1	0,2%
Outros	0,0	0,0	297,7	39,8	0,1	1,2	338,8	1,8%
Total	3181,2	2589,4	8348,0	4087,3	374,9	237,2	18818,0	
% nos setores	16,9%	13,8%	44,4%	21,7%	2,0%	1,3%		

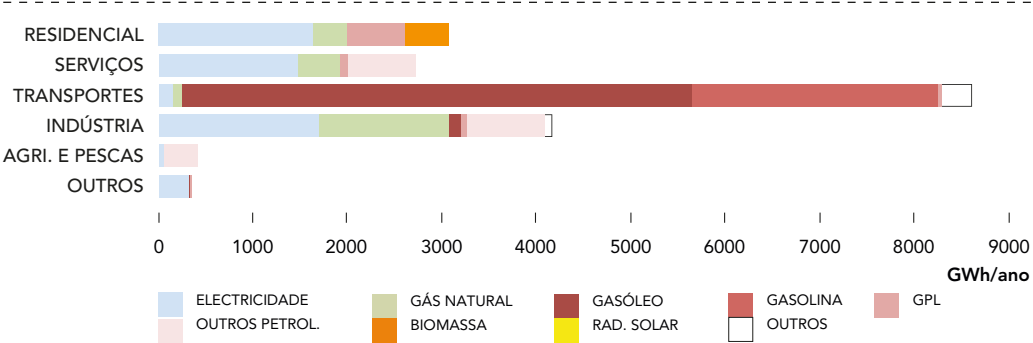


Figura 10 | Uso de energia final por setor e por vetor na região da AMP-ND.

4.2.3 MATRIZ DE ENERGIA ÚTIL VS. SETORES

Os resultados das tabelas e figuras que se seguem mereceriam ainda algumas considerações que, porém, excedem os objetivos deste documento e se reservam para trabalhos de análise e de estudo mais detalhados. Na tabela 3 os valores representam a fração da energia de cada vetor que efetivamente se transforma em energia útil, isto é, serviço energético efetivo naquele setor.

Tabela 3 | Matriz vetores em energia útil vs. setores para a região da AMP-ND (GWh/ano)

	Residencial	Serviços	Transportes	Indústria	Agric. e pescas	Outros	Total	% nos vetores
Eletricidade	1084,7	1406,2	70,8	1461,8	19,4	109,2	4152,0	45,8%
Gás Natural	257,6	291,4	18,8	1056,8	0,1	1,4	1626,2	17,9%
Gasóleo	0,0	0,0	1108,0	76,5	0,4	16,6	1201,5	13,2%
Gasolina	0,0	0,0	345,2	0,7	0,0	0,1	346,0	3,8%
GPL	428,5	31,5	7,0	30,5	0,0	0,7	498,2	5,5%
Outros Petro.	21,3	388,0	18,8	483,4	67,4	0,0	978,8	10,8%
Biomassa	141,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6%
Rad. Solar	27,8	9,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4%
Outros	0,0	0,0	59,5	27,3	0,0	0,8	87,6	1,0%
Total	1961,1	2126,3	1628,2	3136,9	87,3	128,8	9068,6	
% nos setores	21,6%	23,45%	18,0%	34,6%	1,0%	1,4%		

4.2.4 MATRIZ DE EMISSÕES DE GASES COM EFEITO DE ESTUFA

Tabela 4 | Matriz vetores em emissões de GEE vs. setores para a região da AMP-ND (tCO₂eq./ano)

	Residencial	Serviços	Transportes	Indústria	Agric. e pescas	Outros	Total	% nos vetores
Eletricidade	608251	541402	30147	626699	12366	72479	1891344	37,1%
Gás Natural	74528	79689	19033	265095	18	396	438759	8,6%
Gasóleo	0	0	1483111	32572	581	6720	1522983	29,9%
Gasolina	0	0	574678	280	0	25	574983	11,3%
GPL	153168	11923	7903	11030	48	256	184328	3,6%
Outros Petro.	8598	157564	0	214949	90221	1	471333	9,2%
Outros	0	0	0	12141	0	0	12141	0,2%
Total	844544	790578	2114872	1162766	103234	79877	5095871	
% nos setores	16,6%	15,5%	41,5%	22,8%	2,0%	1,6%		

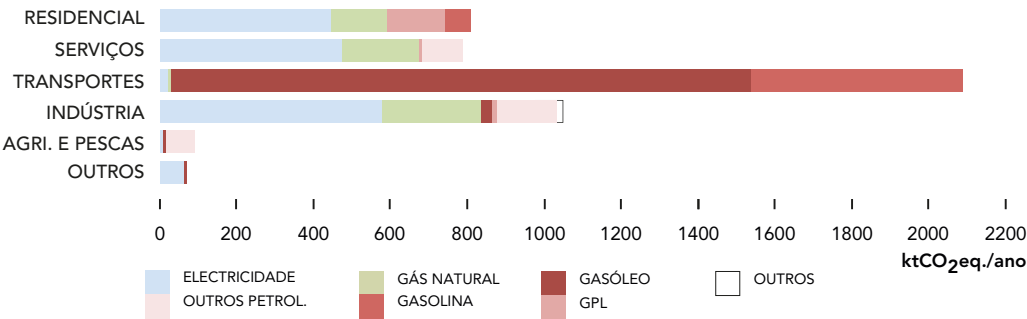


Figura 12 | Emissões de GEE por setor e por vetor na região da AMP-ND.

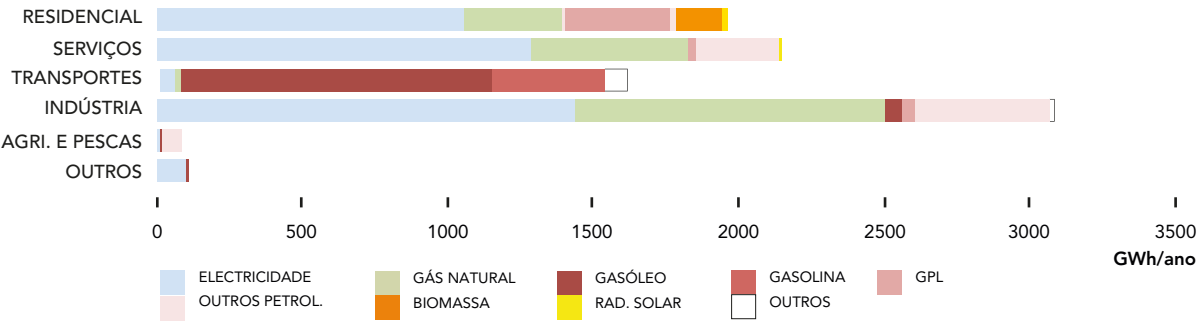


Figura 11 | Uso de energia útil por setor e por vetor na região da AMP-ND.

4.2.5 MATRIZ DE USOS FINAIS EM ENERGIA PRIMÁRIA VS. SETORES

Tabela 5 | Matriz usos em energia primária vs setores para a região da AMP-ND (GWh/ano)

	Residencial	Serviços	Transportes	Indústria	Agric. e pescas	Outros	Total	% do uso
Água quente sanit.	785,5	547,1	0,0	0,0	0,0	0,0	1332,7	5,5%
Aquec. ambiente	909,4	552,7	0,0	276,2	0,1	0,0	1738,3	7,2%
Prep. alimentos	589,7	563,6	0,0	0,0	0,0	0,0	1153,3	4,8%
Outra en. térmica	0,0	0,0	0,0	1875,3	0,0	0,0	1875,3	7,8%
Arref. amb.	64,1	213,8	0,0	276,2	0,0	0,0	554,1	2,3%
Refrigeração	1024,9	370,6	0,0	244,1	0,0	0,0	1639,6	6,8%
Outros disp. elétr.	928,8	741,2	0,0	0,0	0,0	0,0	1670,1	6,9%
Iluminação	384,3	940,8	0,0	231,0	0,7	239,1	1795,9	7,5%
Força motriz	0,0	0,0	8929,5	2121,1	361,3	0,0	11411,9	47,5%
Indeterminados	0,0	0,0	0,0	628,4	64,5	173,7	866,6	3,6%
Total	4686,8	3929,9	8929,5	5652,3	426,5	412,8	24037,7	

Tabela 5A | Matriz usos em energia primária fóssil vs setores para a região da AMP-ND (GWh/ano)

	Residencial	Serviços	Transportes	Indústria	Agric. e pescas	Outros	Total	% do uso
Água quente sanit.	709,4	520,6	0,0	0,0	0,0	0,0	1230,0	6,0%
Aquec. ambiente	428,3	462,4	0,0	226,4	0,1	0,0	1117,2	5,5%
Prep. alimentos	541,4	494,8	0,0	0,0	0,0	0,0	1036,2	5,1%
Outra en. térmica	0,0	0,0	0,0	1755,8	0,0	0,0	1755,8	8,6%
Arref. amb.	44,7	149,3	0,0	226,4	0,0	0,0	420,4	2,1%
Refrigeração	715,6	258,8	0,0	174,4	0,0	0,0	1148,8	5,6%
Outros disp. elétr.	648,6	517,6	0,0	0,0	0,0	0,0	1166,1	5,7%
Iluminação	268,4	656,9	0,0	161,3	0,5	167,0	1254,0	6,2%
Força motriz	0,0	0,0	8583,9	1592,6	361,2	0,0	10537,7	51,8%
Indeterminados	0,0	0,0	0,0	513,9	45,0	129,5	688,4	3,4%
Total	3356,4	3060,3	8583,9	4650,8	406,8	296,5	20354,6	

4.2.6 MATRIZ DE USOS EM ENERGIA FINAL VS. SETORES

Tabela 6 | Matriz usos em energia final vs. setores para a região da AMP-ND (GWh/ano)

	Residencial	Serviços	Transportes	Indústria	Agric. e pescas	Outros	Total	% do uso
Água quente sanit.	687,4	503,9	0,0	0,0	0,0	0,0	1191,3	6,3%
Aquec. ambiente	688,1	408,1	0,0	199,0	0,1	0,0	1295,3	6,9%
Prep. alimentos	498,5	444,1	0,0	0,0	0,0	0,0	942,5	5,0%
Outra en. térmica	0,0	0,0	0,0	1668,3	0,0	0,0	1668,3	8,9%
Arref. amb.	34,9	116,4	0,0	199,0	0,0	0,0	350,2	1,9%
Refrigeração	557,8	201,7	0,0	138,8	0,0	0,0	898,3	4,8%
Outros disp. elétr.	505,5	403,4	0,0	0,0	0,0	0,0	908,8	4,8%
Iluminação	209,2	512,0	0,0	125,7	0,4	130,1	977,3	5,2%
Força motriz	0,0	0,0	8348,0	1311,3	339,4	0,0	9998,7	53,1%
Indeterminados	0,0	0,0	0,0	445,1	35,1	107,0	587,2	3,1%
Total	3181,2	2589,4	8348,0	4087,3	374,9	237,2	18818,0	

4.2.7 MATRIZ DE USOS EM ENERGIA ÚTIL VS. SETORES

Tabela 7 | Matriz usos em energia útil vs. setores para a região da AMP-ND (GWh/ano)

	Residencial	Serviços	Transportes	Indústria	Agric. e pescas	Outros	Total	% do uso
Água quente sanit.	489,2	351,1	0,0	0,0	0,0	0,0	840,3	9,3%
Aquec. ambiente	557,4	758,3	0,0	179,1	0,1	0,0	1494,8	16,5%
Prep. alimentos	303,4	272,6	0,0	0,0	0,0	0,0	576,1	6,4%
Outra en. térmica	0,0	0,0	0,0	1334,7	0,0	0,0	1334,7	14,7%
Arref. amb.	104,6	349,1	0,0	179,1	0,0	0,0	632,8	7,0%
Refrigeração	239,7	86,7	0,0	111,1	0,0	0,0	437,4	4,8%
Outros disp. elétr.	244,9	203,4	0,0	0,0	0,0	0,0	448,3	4,9%
Iluminação	22,0	105,1	0,0	31,2	0,1	38,9	197,2	2,2%
Força motriz	0,0	0,0	1628,2	1016,3	67,9	0,0	2712,4	29,9%
Indeterminados	0,0	0,0	0,0	285,4	19,3	89,9	394,7	4,4%
Total	1961,1	2126,3	1628,2	3136,9	87,3	128,8	9068,7	

4.2.8 MATRIZ DE USOS EM EMISSÕES DE GEE VS. SETORES

Tabela 8 | Matriz usos em emissões de GEE vs. setores para a região da AMP-ND (tCO2eq./ano)

	Residencial	Serviços	Transportes	Indústria	Agric. e pescas	Outros	Total	% do uso
Água quente sanit.	157104	122810	0	0	0	0	279914	5,5%
Aquec. ambiente	110566	115105	0	55653	18	0	281341	5,5%
Prep. alimentos	120686	122247	0	0	0	0	242933	4,8%
Outra en. térmica	0	0	0	404060	0	0	404060	7,9%
Arref. amb.	12165	40605	0	55653	0	0	108423	2,1%
Refrigeração	194640	70382	0	46520	0	0	311542	6,1%
Outros disp. elétr.	176393	140765	0	0	0	0	317157	6,2%
Iluminação	72990	178663	0	43869	124	45411	341056	6,7%
Força motriz	0	0	2114872	425035	90850	0	2630756	51,6%
Indeterminados	0	2	0	131977	12242	34466	178688	3,5%
Total	844544	790578	2114872	1162766	103234	79877	5095871	

4.2.9 MATRIZ VETORES EM ENERGIA FINAL VS. USOS

Tabela 9 | Matriz vetores em energia final vs. usos para a região da AMP-ND (GWh/ano)

	Água quente sanitária	Aquecim. ambiente	Preparação de alimentos	Outra en. térmica	Arref. ambiente	Refrigeração	Outros disp. elétricos	Iluminação	Força motriz	Outros usos	Total	% do uso
Eletricidade	118,2	514,1	211,3	215,5	241,0	885,2	908,8	977,3	1029,2	319,2	5419,8	28,8%
Gás Natural	381,4	252,3	207,8	1009,6	78,7	13,1	0,0	0,0	146,6	80,6	2170,1	11,5%
Gasóleo	228,6	101,9	141,3	56,1	4,2	0,0	0,0	0,0	5916,9	47,0	6496,0	34,5%
Gasolina	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	2295,2	0,3	2296,1	12,2%
GPL	359,2	33,7	334,7	21,1	1,6	0,0	0,0	0,0	51,0	9,4	810,6	4,3%
Outros Petro.	66,9	57,1	47,3	331,4	24,8	0,0	0,0	0,0	256,3	129,5	913,3	4,9%
Biomassa	0,0	336,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	336,1	1,8%
Rad. Solar	37,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	37,1	0,2%
Outros	0,0	0,0	0,0	34,1	0,0	0,0	0,0	0,0	303,5	1,2	338,8	1,8%
Total	1191,3	1295,3	942,5	1668,3	350,2	898,3	908,8	977,3	9998,7	587,2	18818,0	

4.2.10 MATRIZ DE VETORES EM ENERGIA PRIMÁRIA VS. USOS

Tabela 10 | Matriz vetores em energia primária vs. usos para a região da AMP-ND (GWh/ano)

	Água quente sanitária	Aquecim. ambiente	Preparação de alimentos	Outra en. térmica	Arref. ambiente	Refrigeração	Outros disp. elétricos	Iluminação	Força motriz	Outros usos	Total	% do uso
Eletricidade	217,2	944,8	388,2	396,0	442,9	1626,5	1670,1	1795,9	1891,2	586,5	9959,3	41,4%
Gás Natural	381,4	252,3	207,8	1009,6	78,7	13,1	0,0	0,0	146,6	80,6	2170,1	9,0%
Gasóleo	243,4	108,5	150,5	59,7	4,5	0,0	0,0	0,0	6299,6	50,0	6916,2	28,8%
Gasolina	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	2443,7	0,3	2444,6	10,2%
GPL	382,4	35,9	356,4	22,5	1,7	0,0	0,0	0,0	54,3	10,0	863,1	3,6%
Outros Petro.	71,2	60,8	50,4	352,9	26,4	0,0	0,0	0,0	272,9	137,9	972,4	4,0%
Biomassa	0,0	336,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	336,1	1,4%
Rad. Solar	37,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	37,1	0,2%
Outros	0,0	0,0	0,0	34,1	0,0	0,0	0,0	0,0	303,5	1,2	338,8	1,4%
Total	1332,7	1738,3	1153,3	1875,3	554,1	1639,6	1670,1	1795,9	11411,9	866,6	24037,7	

Tabela 10A | Matriz vetores em energia primária fóssil vs. usos para a região da AMP-ND (GWh/ano)

	Água quente sanitária	Aquecim. ambiente	Preparação de alimentos	Outra en. térmica	Arref. ambiente	Refrigeração	Outros disp. elétricos	Iluminação	Força motriz	Outros usos	Total	% do uso
Eletricidade	151,6	659,7	271,1	276,5	309,2	1135,7	1166,1	1254,0	1320,6	409,5	6954,0	34,2%
Gás Natural	381,4	252,3	207,8	1009,6	78,7	13,1	0,0	0,0	146,6	80,6	2170,1	10,7%
Gasóleo	243,4	108,5	150,5	59,7	4,5	0,0	0,0	0,0	6299,6	50,0	6916,2	34,0%
Gasolina	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	2443,7	0,3	2444,6	12,0%
GPL	382,4	35,9	356,4	22,5	1,7	0,0	0,0	0,0	54,3	10,0	863,1	4,2%
Outros Petro.	71,2	60,8	50,4	352,9	26,4	0,0	0,0	0,0	272,9	137,9	972,4	4,8%
Biomassa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0%
Rad. Solar	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0%
Outros	0,0	0,0	0,0	34,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	34,1	0,2%
Total	1230,0	1117,2	1036,2	1755,8	420,4	1148,8	1166,1	1254,0	10537,7	688,4	20354,6	

4.2.11 MATRIZ DE VETORES EM ENERGIA ÚTIL VS. USOS

Tabela 11 | Matriz vetores em energia útil vs. usos para a região da AMP-ND (GWh/ano)

	Água quente sanitária	Aquecim. ambiente	Preparação de alimentos	Outra en. térmica	Arref. ambiente	Refrigeração	Outros disp. elétricos	Iluminação	Força motriz	Outros usos	Total	% do uso
Eletricidade	104,4	974,6	137,3	172,4	534,5	426,9	448,3	197,2	918,7	237,8	4152,0	45,8%
Gás Natural	273,3	221,9	124,7	807,7	70,8	10,5	0,0	0,0	66,0	51,3	1626,2	17,9%
Gasóleo	148,6	81,9	84,8	44,8	3,8	0,0	0,0	0,0	1210,3	28,6	1602,8	17,7%
Gasolina	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	345,4	0,2	346,0	3,8%
GPL	233,5	27,1	200,8	16,9	1,4	0,0	0,0	0,0	13,3	5,3	498,2	5,5%
Outros Petro.	43,5	48,2	28,4	265,2	22,3	0,0	0,0	0,0	99,3	70,9	577,6	6,4%
Biomassa	0,0	141,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	141,1	1,6%
Rad. Solar	37,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	37,1	0,4%
Outros	0,0	0,0	0,0	27,3	0,0	0,0	0,0	0,0	59,5	0,8	87,6	1,0%
Total	840,3	1494,8	576,1	1334,7	632,8	437,4	448,3	197,2	2712,4	394,7	9068,7	

4.2.12 MATRIZ VETORES EM EMISSÕES DE GEE VS. USOS

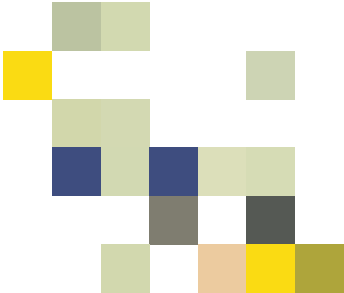
Tabela 12 | Matriz vetores em emissões de GEE vs. usos para a região da AMP-ND (tCO₂eq./ano)

	Água quente sanitária	Aquecim. ambiente	Preparação de alimentos	Outra en. térmica	Arref. ambiente	Refrigeração	Outros disp. elétricos	Iluminação	Força motriz	Outros usos	Total	% do uso
Eletricidade	41241	179420	73725	75204	84105	308892	317157	341056	359163	111381	1891344	37,1%
Gás Natural	77108	51009	42023	204123	15906	2651	0	0	29637	16302	438759	8,6%
Gasóleo	61200	27276	37839	15007	1121	0	0	0	1583959	12584	1738986	34,1%
Gasolina	0	9	0	122	9	0	0	0	574770	73	574983	11,3%
GPL	81672	7666	76111	4798	358	0	0	0	11591	2131	184328	3,6%
Outros Petro.	18693	15962	13235	92665	6923	0	0	0	71635	36216	255330	5,0%
Biomassa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%
Rad. Solar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%
Outros	0	0	0	12141	0	0	0	0	0	0	12141	0,2%
Total	279914	281341	242933	404060	108423	311542	317157	341056	2630756	178688	5095871	

4.2.13 MATRIZ DE VETORES EM ENERGIA FINAL VS. MODOS DE TRANSPORTE

Tabela 13 | Matriz vetores em energia final vs. modos de transporte para a região da AMP-ND (GWh/ano)

	Ligeiros de Passageiros	Ligeiros de Mercadorias	Transporte Público Rodoviário	Transporte Público Ferroviário	Transporte Mercadorias Rodoviário	Transporte Mercadorias Ferroviário	Outros	Total	% na EF
Eletricidade	0,0	0,0	0,3	64,3	0,0	21,8	0,0	86,4	1,0%
Gás Natural	0,0	0,0	94,1	0,0	0,0	0,0	0,0	94,1	1,1%
Gasóleo	2062,7	1496,9	158,8	1,4	1820,4	0,0	0,0	5540,1	66,4%
Gasolina	2241,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	53,6	2294,9	27,5%
GPL	34,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	34,8	0,4%
Biodiesel	110,8	80,4	8,5	0,1	97,8	0,0	0,0	297,7	3,6%
Total	4449,6	1577,3	261,8	65,8	1918,2	21,8	53,6	8348,0	
% do modo	53%	19%	3%	1%	23%	0%	1%		





4.3 ANÁLISE ENERGÉTICA GLOBAL

O uso total de energia na AMP-ND em 2009 foi de 24038 GWh em energia primária e de 18818 GWh em energia final. Isto reflete-se numa capitação energética de 22,9 MWh_{ep}/hab em energia primária, valor que é cerca de 6% inferior aos 24,3 MWh_{ep}/hab da média nacional nesse ano, e de 17,9 MWh_{ef}/hab em energia final, valor 10% inferior à média nacional de 19,9 MWh_{ef}/hab. Nas figuras 13 e 14 apresentam-se as desagregações da capitação setorial em energia primária e final, respetivamente, comparando os valores para a AMP-ND com as médias nacionais.

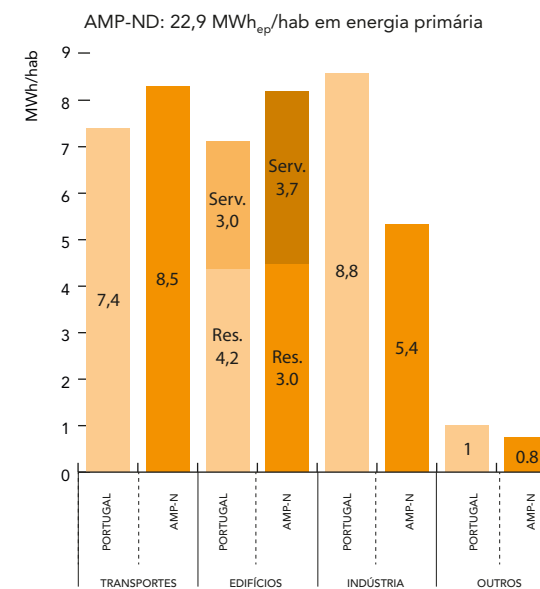


Figura 13 | Desagregação da capitação por setor em energia primária total na AMP-ND em comparação com as médias nacionais

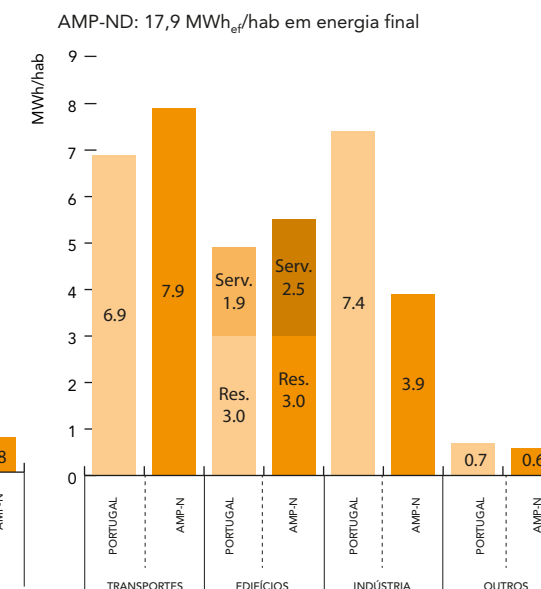


Figura 14 | Desagregação da capitação por setor em energia final na AMP-ND em comparação com as médias nacionais

4.3.1 CARATERIZAÇÃO DA OFERTA

Na figura 15 apresenta-se a desagregação da oferta energética pelos diversos vetores, expressa em valores absolutos tanto em equivalente de energia primária (EP) como em energia final (EF). Na figura 16 apresenta-se a repartição da energia primária e final pelos diferentes vetores energéticos e, na figura 17, a repartição das correspondentes emissões de GEE. Verifica-se que os vetores mais representativos em energia final na AMP-ND são a eletricidade e o gasóleo, ambos em torno dos 30%. No entanto, referido ao nível da energia primária, o que tem maior peso é a eletricidade que representa aproximadamente 42% da energia primária total. Também ao nível das emissões de GEE, a eletricidade é responsável pela maior fatia com 37%, seguida pelo gasóleo com 30%. Dos restantes vetores energéticos os principais são a gasolina e o gás natural.

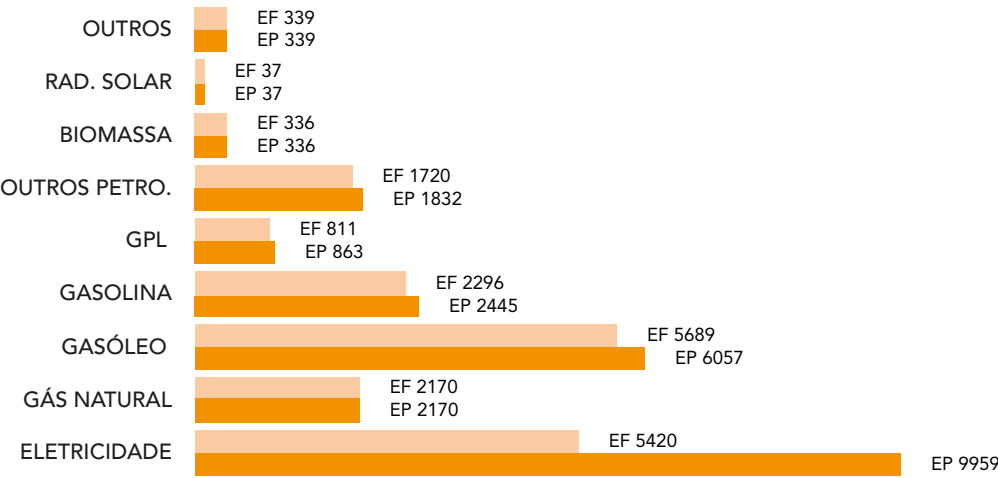


Figura 15 | Desagregação por vetores energéticos expressa em termos de valores absolutos de energia primária (EP) e final (EF) na AMP-ND (em GWh).

AMP-ND: 24038 GWh de energia primária

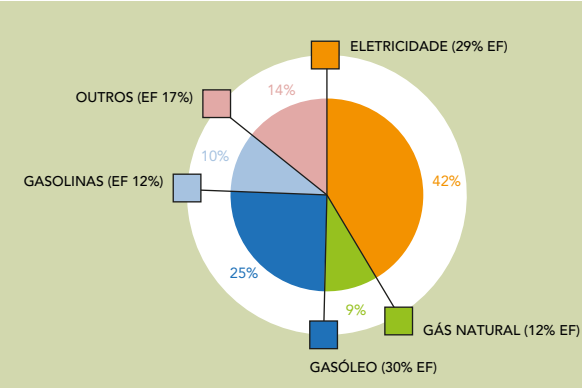


Figura 16 | Repartição da energia primária (EP) e final (EF) pelos diferentes vetores energéticos na AMP-ND

AMP-ND: 5095871 tCO₂eq.

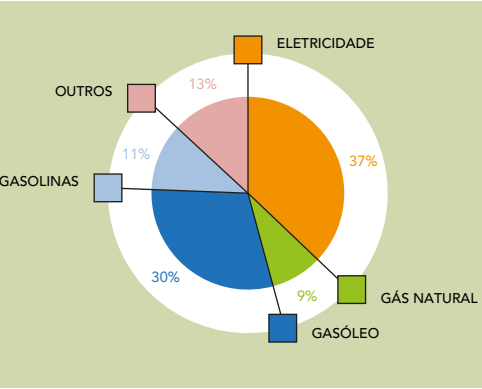


Figura 17 | Repartição das emissões de GEE associadas a cada vetor da oferta energética na AMP-ND

4.3.2 CARATERIZAÇÃO DA PROCURA

As figuras 18 e 19 apresentam a desagregação das utilizações da energia na AMP-ND pelos principais setores de atividade, em valores absolutos e em repartição percentual, respetivamente, expressas tanto em energia primária como em final. A figura 20 apresenta ainda a repartição correspondente em termos de emissões de GEE. Verifica-se que ao nível da energia primária, estes dois setores têm praticamente a mesma expressão em torno dos 36%, enquanto em termos da energia final os transportes representam a maior fração, com 44% do total, seguidos pelos edifícios com 31% da energia final. O setor industrial tem também um peso de 24% na energia primária correspondente a 22% na energia final.

Ao nível de emissões de GEE, os transportes são responsáveis por 41%, contra os 32% dos edifícios. Para este resultado certamente contribuirá o facto de já haver uma componente significativa de eletricidade produzida a partir de fontes renováveis, enquanto para os combustíveis rodoviários essa componente é ainda muito reduzida. O setor industrial é responsável por 23% das emissões de GEE da região. No setor dos edifícios, o sub-setor residencial representa um pouco mais de metade da energia e das emissões de GEE.

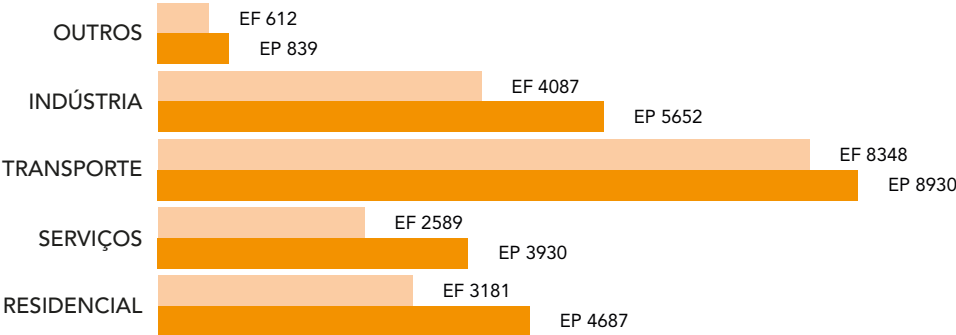


Figura 18 | Desagregação da energia primária (EP) e final (EF) pelos principais setores de atividade (em GWh)

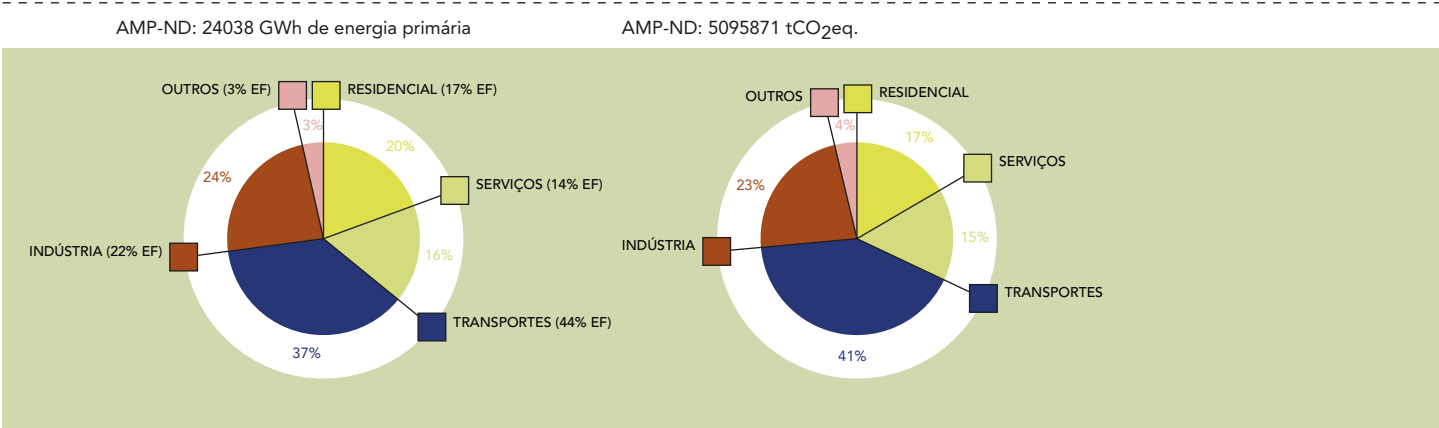


Figura 19 | Repartição da energia primária pelos principais setores de atividade na AMP-ND

Figura 20 | Repartição das emissões de GEE associadas a cada setor de atividade na AMP-ND

Da totalidade do uso de energia final da AMP-ND, as infraestruturas e frotas sob gestão das autarquias representam apenas uns 1,7%. A maior parcela da energia nas autarquias é sob a forma de eletricidade (87% da energia final), o que leva a que o peso das autarquias no consumo deste vetor seja de 5,0% do total da AMP-ND. A iluminação pública é o setor com maior peso correspondente a 41% de toda a energia final usada pelas autarquias.



4.4 ANÁLISE SETORIAL
4.4.1 SETOR RESIDENCIAL

O setor residencial, com 3181 GWh de energia final, 4687 GWh de energia primária e mais de 844 mil toneladas equivalentes de CO₂ em GEE emitidos, representa cerca de 20% do uso de energia primária e de 17% do uso de energia final e, também, 17% das emissões de GEE.

Na figura 21 apresenta-se a repartição das energias primária (EP) e final (EF) e na figura 22 a repartição das emissões de GEE por vetor energético usado neste setor.

Residencial: 4687 GWh de energia primária

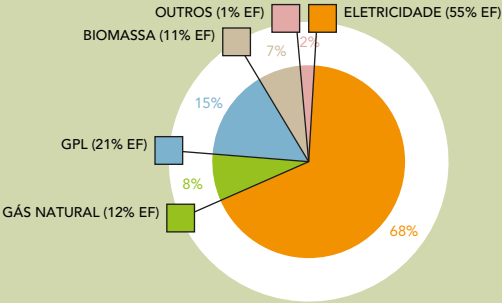


Figura 21 | Repartição por vetor energético da oferta de energia no setor residencial na AMP-ND

Residencial: 844544 tCO₂eq.

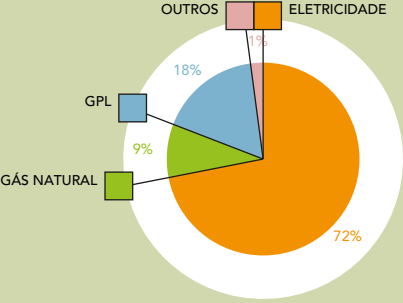


Figura 22 | Repartição das emissões de GEE no setor residencial associadas a cada vetor da oferta energética na AMP-ND

Existe um claro predomínio da eletricidade, que representa 69% da energia primária e 72% das emissões de GEE do setor para 55% da energia final. A nível nacional, a eletricidade é responsável por ‘apenas’ 59% da energia primária no setor residencial. A maior penetração da eletricidade no setor residencial da AMP-ND, aliada a uma maior intensidade energética *per capita* face à média nacional (4,5 MWh_{ep}/hab versus 4,2 MWh_{ep}/hab), acaba por significar que o consumo de eletricidade *per capita* no setor residencial é cerca de 25% superior à média de Portugal Continental. Com a exceção das lenhas, cujo consumo na AMP-ND se estima ter um peso significativamente inferior à média nacional, também os restantes vetores têm capacidades aproximadamente 15% a 25% superiores à média do país.

Numa perspetiva de análise dos usos finais da energia no setor residencial, as figuras 23 e 24 ilustram as repartições estimadas de uso de energia e de emissões de GEE por usos finais. Ao nível da energia final, destacam-se dois usos como os mais significativos no setor: a produção de águas quentes sanitárias e o aquecimento ambiente, representando cada uma 22% do total. Tem-se de seguida o frio doméstico (frigoríficos e arcas refrigeradoras) e a preparação de refeições, com um peso de aproximadamente 17% no uso final. Os dispositivos elétricos e eletrónicos têm também um peso significativo no setor residencial, sendo responsáveis por aproximadamente 16% da energia final. A iluminação representa cerca de 6% e, por último, estima-se que o arrefecimento ambiente tenha uma expressão baixa no setor doméstico, não passando dos 1% da energia final.

Ao nível da energia primária alguns destes usos passam a ter uma expressão mais significativa, nomeadamente os que fazem uso mais intensivo da eletricidade, como são o caso da produção de frio doméstico, os dispositivos elétricos e eletrónicos e a iluminação, que passam a representar respetivamente 22%, 20% e 8% da energia primária. Nos usos finais em que a eletricidade tem como concorrente

direto combustíveis (gás natural, gasóleo de aquecimento, lenhas e outros), o peso daquela em energia primária tem tendência a decrescer face ao peso em energia final, sendo que a produção de águas quentes sanitárias passa a representar 17% da energia primária, o aquecimento ambiente 19% e a preparação de refeições 13%. As emissões de GEE associadas a cada um dos usos finais seguem de perto o impacto que estes têm ao nível de energia primária, com a diferença mais significativa do aquecimento ambiente que passa a ter um peso de somente 13% pelo efeito da utilização de lenhas, consideradas neutras do ponto de vista de GEE.

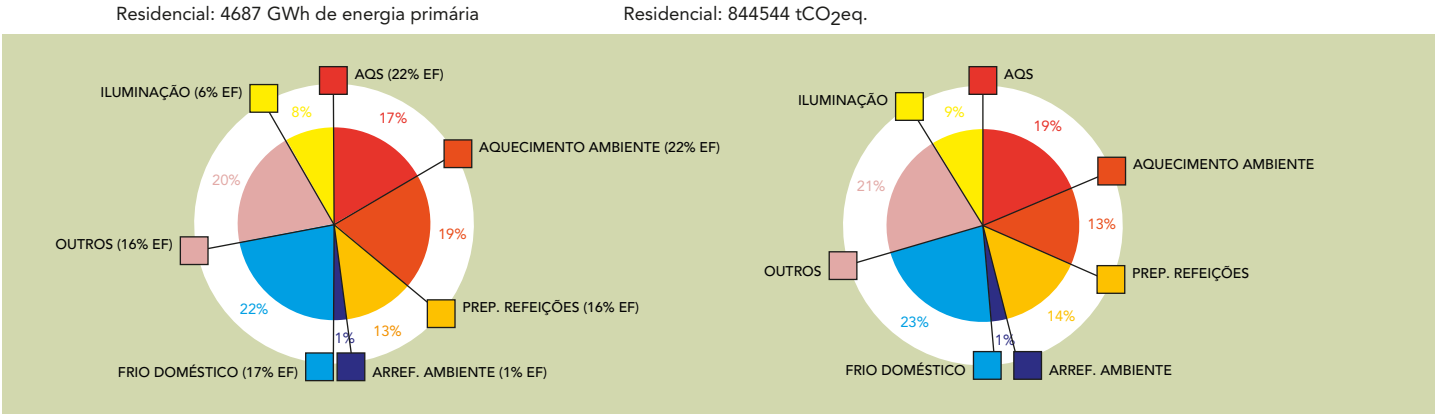


Figura 23 | Estimativa de repartição por uso final da procura de energia no setor residencial na AMP-ND

Figura 24 | Estimativa de repartição das emissões de GEE no setor residencial associadas a cada uso final da procura energética na AMP-ND

4.4.2 EDIFÍCIOS DE SERVIÇOS

Os edifícios de serviços são responsáveis pelo uso de 3930 GWh de energia primária e emissão de pouco mais de 790 mil toneladas equivalentes de CO₂ em emissões de GEE para 2589 GWh de energia primária e representam cerca de 16% do uso de energia primária e 15% das emissões de GEE da AMP-ND. Nas figuras 25 e 26 apresentam-se as repartições das energias primária (EP) e final (EF) e das emissões de GEE por vetor energético neste setor.

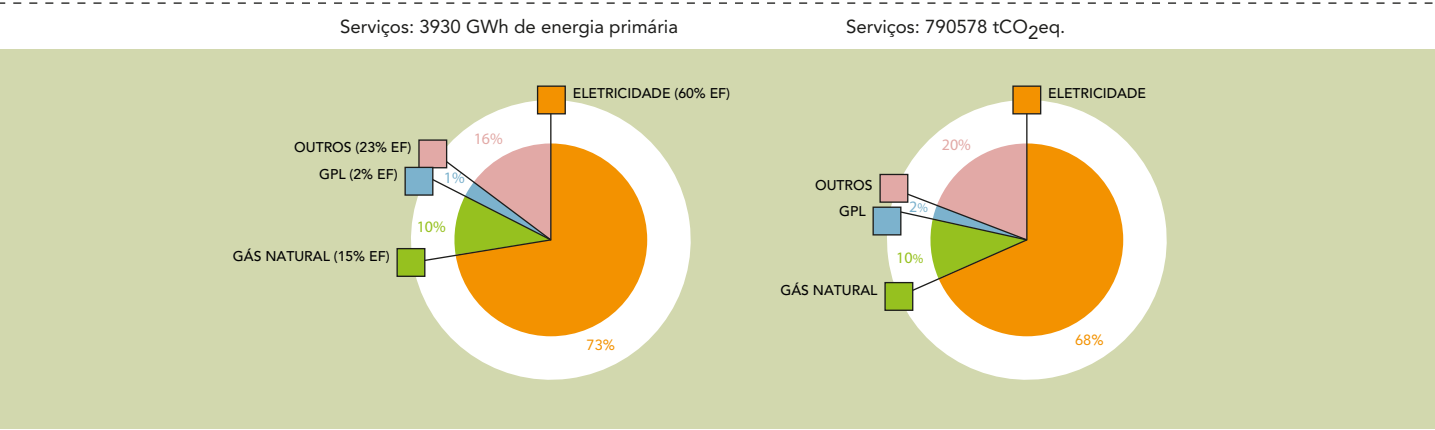


Figura 25 | Repartição da oferta energética nos edifícios de serviços por vetor energético na AMP-ND

Figura 26 | Repartição das emissões de GEE nos edifícios de serviços associadas a cada vetor da oferta energética na AMP-ND

O setor é marcado pelo domínio da eletricidade representado 73% da energia primária com 60% de peso na energia final e 68% nas emissões de GEE. O restante consumo reparte-se pelo gás natural, gasóleo colorido e fuelóleo (agregados nas figuras na categoria 'outros').

Observando a desagregação por subsectores de serviços, mostrada nas figuras 27, 28 e 29 sob a forma de valores absolutos de energia primária, fração de energia primária e final, e emissões de GEE, respetivamente, nota-se uma clara predominância das atividades de comércio, que representam cerca de 40% da energia primária e 43% das emissões de GEE. As atividades de turismo surgem com 12% do uso energético e de emissões de GEE do setor, e cada uma das restantes atividades não chega a representar 10%. De notar ainda que cerca de 24% do consumo acontece em atividades diversas que, não se inserindo em nenhuma das outras categorias, são agregadas sob a denominação genérica de 'outros'.

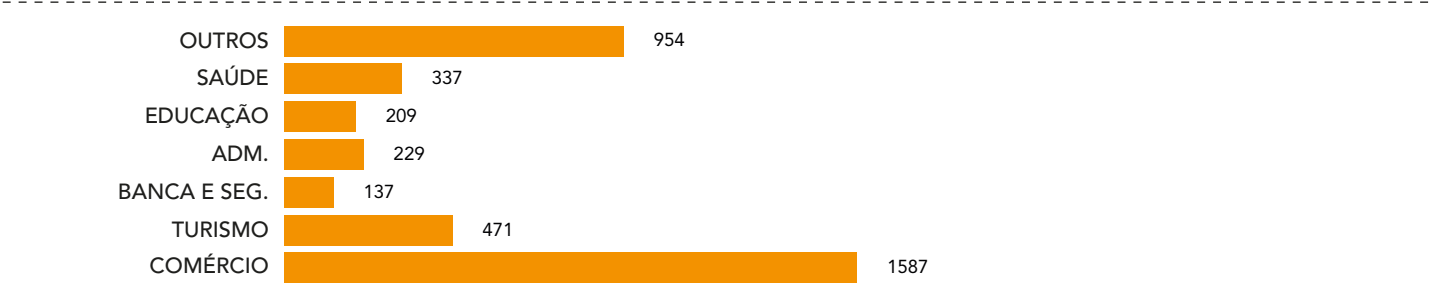


Figura 27 | Desagregação da energia primária pelos principais setores de atividade no setor dos serviços (em GWh).

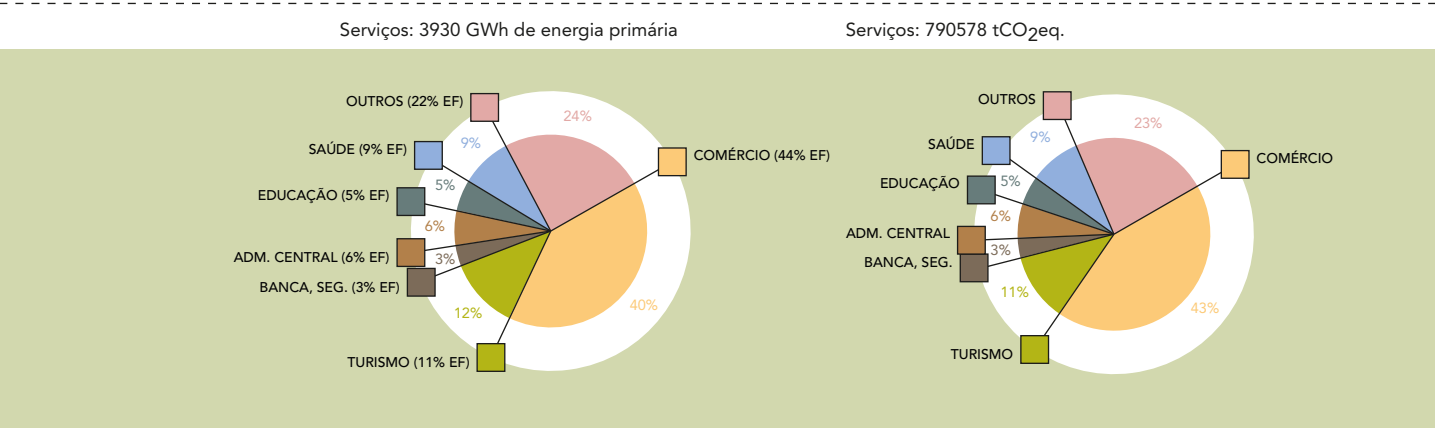


Figura 28 | Repartição do uso energético nos edifícios de serviços associado às diferentes tipologias na AMP-ND

Figura 29 | Repartição das emissões de GEE associadas às diferentes tipologias dos edifícios de serviços na AMP-ND

Numa perspetiva de análise dos usos finais da energia nos edifícios de serviços, mostram-se nas figuras 30 e 31 as estimativas de repartições energéticas e de emissões de GEE por uso final no setor dos serviços na AMP-ND. A utilização de energia final encontra-se distribuída de forma relativamente uniforme pelos diversos usos. Aqueles que separadamente são mais significativos no setor são a produção de águas quentes sanitárias e a iluminação, representando cada um aproximadamente 20% da energia final. O aquecimento e arrefecimento ambiente representam em conjunto cerca de 12%, sendo que a fração mais significativa se deve ao aquecimento ambiente (8% da energia final). A preparação de refeições, a refrigeração e os ‘outros’ usos (maioritariamente dispositivos elétricos e eletrónicos), representam cada um aproximadamente 17%.

Ao nível de energia primária equivalente associada aos usos finais, verifica-se que aqueles que mais intensivamente consomem eletricidade tendem a ter um peso mais significativo no setor, destacando-se agora a iluminação como o uso final com maior peso nos edifícios de serviços. Os dispositivos elétricos e eletrónicos surgem de seguida, com quase um quinto da energia primária. A produção de calor representa aproximadamente 42% da energia primária e reparte-se de forma equitativa pelo aquecimento de águas sanitárias, aquecimento ambiente e preparação de refeições (14% cada uma). A produção de frio, por seu turno, é responsável por 15% do uso de energia primária, sendo que, deste, três quintos dizem respeito a refrigeração (9%) e o restante a arrefecimento ambiente (6%).

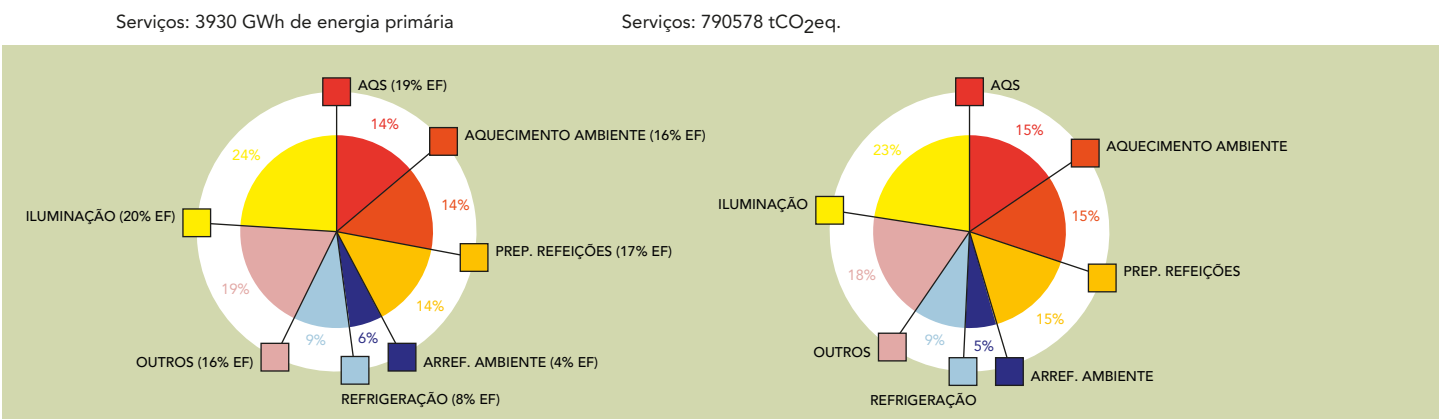


Figura 30 | Repartição estimada da procura energética nos edifícios de serviços associada aos usos finais na AMP-ND

Figura 31 | Repartição estimada das emissões de GEE associadas aos usos finais nos edifícios de serviços na AMP-ND

4.4.3 SETOR DOS TRANSPORTES

O setor dos transportes é o responsável pela maior fatia do uso energético e de emissões de GEE da AMP-ND, representando 37% da energia primária, 44% da energia final e 41% das emissões de GEE. A sua repartição pelos vetores energéticos é apresentada nas figuras 32 e 33, sob a forma de frações de energia primária, final e emissões de GEE, respetivamente.

Transportes: 8930 GWh de energia primária

Transportes: 2114872 tCO₂eq

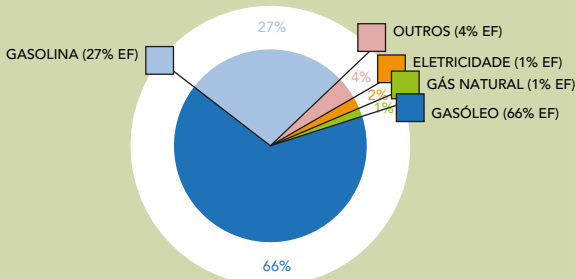


Figura 32 | Repartição da oferta energética no setor dos transportes por vetor energético na AMP-ND

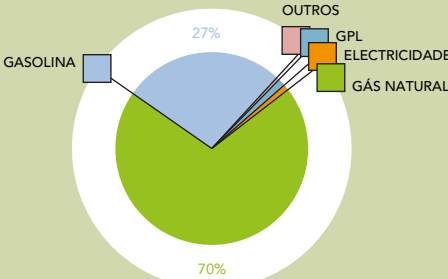


Figura 33 | Repartição das emissões de GEE no setor dos transportes associadas a cada vetor energético na AMP-ND

Verifica-se um claro predomínio do consumo de gasóleo, que representa 66% da energia e 70% das emissões de GEE do setor, seguido da gasolina (nas suas diversas formas) com 27% da energia e das emissões de GEE. Os restantes vetores energéticos têm pouco peso, como seria de esperar, neste setor. De notar que a categoria 'outros' na figura 32 inclui não só o GPL, com um peso muito pequeno, como também o biodiesel que é incorporado no gasóleo e ao qual não são associadas emissões de GEE.

4.4.4 SETOR DA INDÚSTRIA

O setor industrial representa cerca de 30% da energia primária utilizada na AMP-ND. A repartição pelos diversos vetores energéticos é mostrada nas figuras 34 e 35, em termos de energia e emissões de GEE, respetivamente.

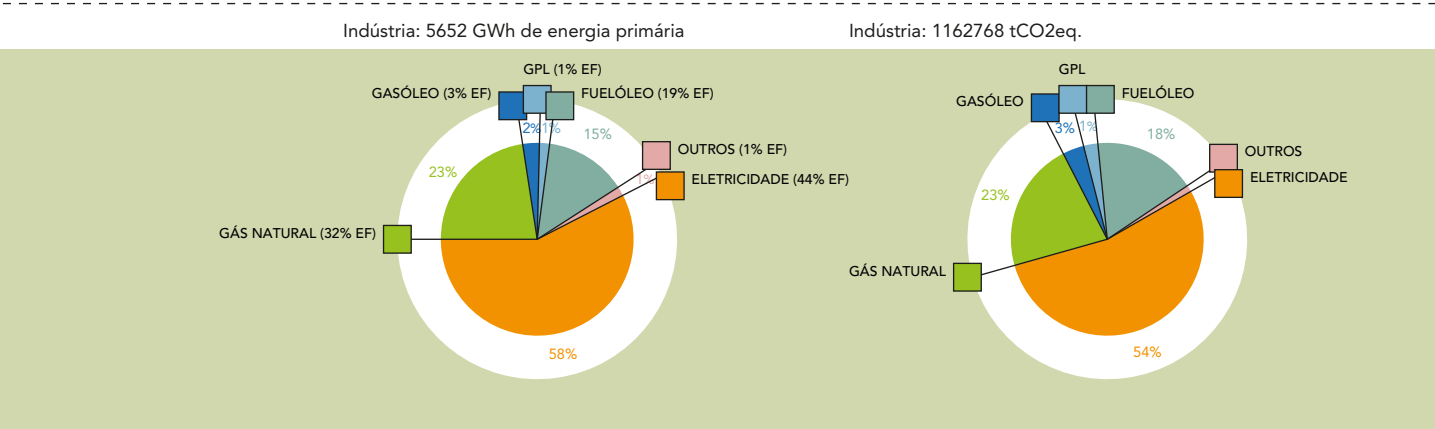


Figura 34 | Repartição da oferta energética na indústria por vetor energético na AMP-ND

Figura 35 | Repartição das emissões de GEE na indústria associadas a cada vetor energético na AMP-ND

O vetor energético mais consumido na indústria da região é a eletricidade, representando esta 44% do uso de energia final, 58% da energia primária e 54% das emissões de GEE. O gás natural surge como o segundo vetor mais consumido, sendo responsável por 32% da energia final e 23% da energia primária e de emissões de GEE. O restante consumo é quase totalmente fuelóleo, ainda com algum

peso na indústria da região, e representando 19% da energia final, 15% da energia primária e 18% das emissões de GEE. As figuras 36 e 37 mostram as repartições estimadas do uso de energia e das emissões de GEE pelos usos finais no setor da indústria. Aproximadamente 41% da energia final é usada para a produção de calor para diversos processos industriais onde se incluem, por exemplo, processos como a fundição de metais na metalurgia ou a produção de vapor e água quente nos têxteis. Outra fração significativa da energia final diz respeito à produção de força motriz na indústria, representando 32%, como sejam, por exemplo, todos os que envolvam o uso de motores elétricos. Uma vez que a produção de força motriz na indústria faz uso intensivo de eletricidade, o seu peso ao nível de energia primária é significativamente maior (38%) e ultrapassando a produção de calor de processo (33%). Os sistemas AVAC, usados para aquecimento e arrefecimento ambiente, representam cerca de 10%, enquanto a iluminação e a refrigeração representam cada uma 3% da energia final. Um pouco mais de 10% da energia final é utilizada na indústria para outros usos indeterminados, normalmente processos específicos como, por exemplo, os processos eletroquímicos.

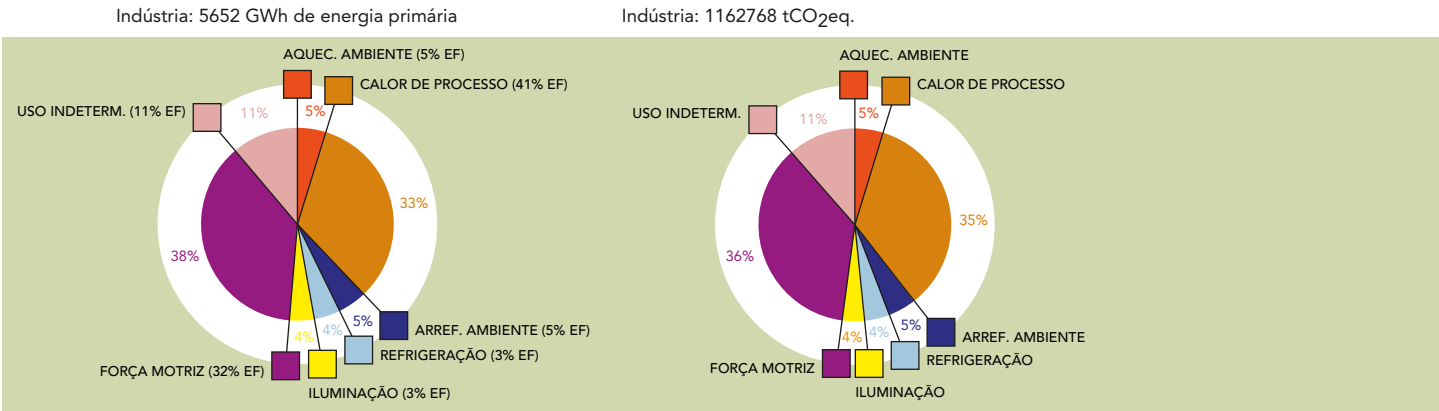


Figura 36 | Repartição estimada da procura energética na indústria por uso final na AMP-ND

Figura 37 | Repartição estimada das emissões de GEE na indústria associadas a cada uso final na AMP-ND



5. APRECIÇÃO GLOBAL E CONCLUSÕES

O panorama energético da AMP-ND é marcado por uma capitação energética inferior à média nacional, isto é, em energia final, cerca de $17,9 \text{ MWh}_{\text{ef}}/\text{hab}$ face a $19,9 \text{ MWh}_{\text{ef}}/\text{hab}$ da média nacional. Contudo, nem todos os setores contribuem igualmente para este resultado, sendo que o setor da indústria é o que mais se distancia da média nacional com uma capitação em energia final 47% inferior. Apesar de se encontrarem instaladas na região algumas grandes indústrias, a capitação do setor é somente cerca de metade da média nacional ao nível do uso de energia final, não sendo possível concluir se este facto se deve a uma menor presença do setor face à média nacional, a uma natureza menos energia-intensiva das indústrias instaladas, ou ainda a uma maior eficiência energética das indústrias instaladas na AMP-ND. Admite-se contudo a primeira como a explicação mais plausível face aos valores encontrados. Os edifícios residenciais apresentam uma capitação semelhante à média nacional, enquanto os de serviços ficam 29% acima. O setor dos transportes apresenta também uma capitação superior em 15% à média nacional, fato este coerente com uma mobilidade mais elevada das pessoas e bens nas regiões urbanas, como é o caso na AMP-ND.

Os setores que maior peso têm na procura de energia primária são os transportes e os edifícios, representando cerca de 37% e 36% do total, respetivamente. A elevada urbanização dispersa da AMP-ND e a importância de vários centros de serviços, refletem-se numa mobilidade elevada das pessoas e na presença de um elevado número de empresas e instituições de serviços. A preponderância destes dois setores, transportes e edifícios leva também a que os vetores mais consumidores na AMP-ND sejam o gásóleo e a eletricidade, representando cada um cerca de 30% da energia final. Em termos de energia primária equivalente e emissões de

GEE, contudo, a eletricidade é responsável por mais emissões do que o gasóleo representando 42% e 37%, respetivamente, face aos correspondentes 25% e 30% do gasóleo.

Um quinto do uso de energia primária da região da AMP-ND diz respeito ao setor dos edifícios residenciais. O consumo de eletricidade *per capita* é superior na região da AMP-ND (1,7 MWh_{ef}*/hab face a 1,3 MWh_{ef}/hab da média nacional), o que resulta numa capitação em energia primária equivalente 7% superior à média nacional. Estima-se que aproximadamente 60% da energia final seja utilizada para produção de calor, tanto no aquecimento de águas sanitárias (22%), quanto no aquecimento ambiente (22%) como na preparação de refeições (16%). Os frigoríficos e arcas refrigeradoras têm também um peso muito significativo no uso energético do setor, representando 17% da energia final, o que se traduz, devido à utilização exclusiva de eletricidade, num impacto ao nível da energia primária equivalente da ordem dos 22% do setor. Estima-se que os dispositivos elétricos e eletrónicos representem já aproximadamente 16% da energia final e 20% da procura de energia primária da responsabilidade do setor. Os edifícios de serviços representam 14% da energia final e 16% da energia primária, sendo que quase três quartos desta última dizem respeito ao consumo de eletricidade. O comércio é a atividade económica que se destaca por folgada margem neste setor, ao ser responsável por 44% do uso de energia final. Da energia final usada nos edifícios de serviços, mais de metade é convertida em calor, nomeadamente no aquecimento de águas quentes sanitárias, no aquecimento ambiente e na preparação de refeições, sendo que a repartição entre estes usos finais é relativamente homogénea. Um quinto da energia final é usada para iluminação, 16% em outros aparelhos elétricos e eletrónicos, e 21% vão para a produção de frio, tanto para refrigeração quanto para arrefecimento de alimentos. Sendo estes usos específicos da eletri-

* MWh_{ef} – MegaWatt.hora de energia final.

cidade, é assim natural que esta se apresente como maioritária no peso sobre a procura de energia primária, onde 58% diz respeito a eletricidade específica. O setor industrial é responsável pelo uso de aproximadamente 22% da energia final e 24% da energia primária da região. Apesar de a sua capitação ser inferior à média nacional, o peso que tem na AMP-ND é ainda significativo e para isso contribuem principalmente as indústrias metalúrgicas, que representam 20% do total de energia final do setor, as indústrias alimentares e de bebidas, com um peso de 18% da energia final, e ainda os têxteis e as indústrias de químicos e borrachas, representando pouco menos de um décimo da energia final.

A complexidade intrínseca da realidade que se procura caraterizar neste trabalho, quer pela sua natureza quer pelo diversificado âmbito geográfico, permitiria uma sequência longa de conclusões. Tal reforça a importância do desafio da sua hierarquização. Assim, elegem-se as quatro seguintes conclusões como as mais importantes ao nível do sistema energético da AMP-ND:

– A AMP-ND apresenta grande diversidade entre Municípios no uso da energia. Embora as médias das energias primária e final *per capita* na AMP-ND estejam próximas das médias nacionais (22,9 vs. 24,3 MWh_{ep}*/hab, respetivamente, em energia primária e 17,9 vs. 19,9 MWh_{ef}/hab em energia final), verificam-se grandes diferenças entre os vários Municípios da AMP-ND, cujas procuras (vulgo, consumos) de energia primária variam entre 13,0 MWh_{ep}/hab em Gondomar e 37,8 MWh_{ep}/hab em Santo Tirso. De forma idêntica, enquanto a AMP-ND apresenta níveis de emissões de (GEE), semelhantes aos nacionais (4,8 tCO₂eq./hab) alguns Municípios apresentam emissões abaixo das 3 tCO₂eq./hab (Gondomar, Póvoa de Varzim e Valongo), outros em torno das 5 tCO₂eq./hab (Maia, Porto, Trofa e Vila do Conde) e outros, ainda, (Matosinhos e Santo Tirso), apresentam emissões acima das 6,5 tCO₂eq./hab. Isto quando o objetivo apontado para a UE em 2050 é 2 tCO₂eq./hab;

* MWh_{ep} – MegaWatt.hora de energia primária.

– Importância dos transportes e dos edifícios. Os transportes são o setor com maior peso na procura de energia primária em cinco dos nove Municípios, sendo exceções o Porto e Matosinhos, onde o setor com maior peso é o dos edifícios, e a Maia e Santo Tirso em que é a indústria. O grande peso demográfico daqueles dois primeiros Municípios acaba por fazer com que para o todo da AMP-ND os setores dos transportes e dos edifícios se equivalham ao nível da utilização da energia primária, com pesos de 37% vs. 36% respetivamente face aos 24% da indústria. No entanto, em termos de emissões de GEE, o setor dos transportes surge como o responsável pela maior fração, com um peso de 42% face aos 32% e 23% dos setores dos edifícios e da indústria, respetivamente. Para este resultado muito contribui certamente o facto de o sistema eletroprodutor nacional se ter tornado nos últimos anos significativamente mais eficiente e menos dependente de fontes fósseis, o que atenua o peso dos edifícios e da indústria na energia primária de origem fóssil e, consequentemente, nas emissões;

– Baixa taxa de cobertura dos recursos endógenos. A nível nacional, as energias renováveis representavam em 2009 20% da energia primária utilizada e 43% da eletricidade produzida. Os valores equivalentes encontrados para a AMP-ND são de 6,3 e 4,1% respetivamente. Naturalmente que o facto de não se encontrarem na AMP-ND grandes parques eólicos nem grandes hidroelétricas* não permitiria expectativas muito altas. Porém, tendo este estudo estimado que cerca de 27% da energia final utilizada na AMP-ND é na geração de calor, identifica-se uma clara oportunidade para um crescimento significativo da taxa de cobertura por energias renováveis de proximidade na energia primária através de tecnologias como o solar térmico e o aquecimento a biomassa, isto, sem descurar as contribuições das diversas variantes de microgeração de eletricidade;

* A barragem de Crestuma-Lever está fisicamente localizada entre os concelhos de Gondomar e Vila Nova de Gaia mas para efeitos estatísticos associada a este último; Por coerência com a contabilização da produção das centrais hidroelétricas do Douro Internacional optou-se por manter o critério de não dividir entre as duas margens.

– Peso da iluminação pública na fatura das autarquias. O estudo mostra que os consumos das infraestruturas e frotas sob gestão das autarquias representam 1,7% da procura de energia final na AMP-ND, 5,0% do consumo de eletricidade e 2,1% das emissões de GEE. O facto de estes valores não serem em si mesmos muito expressivos deve ser encarado sobretudo como uma prova de que o papel da autarquia no que respeita à energia não se deve cingir à gestão do que é ‘seu’, mas antes deve ser de política procurando influenciar ‘tudo o que que se passa no seu espaço’ nomeadamente nas estratégias de mobilidade e transporte e na qualidade energética, dita eficiência, de todo o edificado. Dito isto, não se deverá deixar de reconhecer que, quer pelo papel de exemplo que lhe cabe, quer pela expressão dos custos associados à aquisição da energia nos orçamentos municipais, se justifica prestar atenção aos diferentes usos de energia nas infraestruturas e frotas sob gestão das autarquias. Neste aspeto, este estudo mostra claramente o peso da iluminação pública, responsável por cerca de metade dos consumos autárquicos.





REFERÊNCIAS

Matriz Energética do Porto 2004’, AdEPorto – Agência de Energia do Porto e Câmara Municipal do Porto (2008).

Pedro Gomes, Myriam Lopes, et. al. ‘Custos e Benefícios, à escala local, de uma Ocupação Dispersa – Anexo 8’, Universidade de Aveiro (2011).

Energy and Transport Directorate-General, European Commission, ‘Review of EU biofuels directive’, Public consultation exercise (2006).

‘Portuguese National Inventory Report on Greenhouse Gases, 1990-2009’, Agência Portuguesa do Ambiente (2011).

‘2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories – Volume 2 – Energy’, Intergovernmental Panel on Climate Change (2006).

‘Dados Técnicos 2010’, REN – Rede Energética Nacional (2011).

‘State of World Population 2009’, UNFPA – United Nations Population Fund (2009).

‘Portal Estatístico de Informação Empresarial do Instituto dos Registos e do Notariado’, Ministério da Justiça, disponível em www.estatisticasempresariais.mj.pt.

‘Portal de Estatísticas Nacionais’, INE – Instituto Nacional de Estatística, disponível em www.ine.pt.

‘Balanços Energéticos Anuais para Portugal’, DGEG – Direção Geral de Energia e Geologia, disponíveis em www.dgge.pt.

‘PNAC – Plano Nacional para as Alterações Climáticas – Anexo técnico – Transportes’ (2006).

‘A Energia em Portugal: Perspectiva de quem a utiliza’, Accenture e APE – Associação Portuguesa da Energia (2011).

Miguel Gil Mata, ‘Centrais de Cogeração em Edifícios: o caso da Sonae Sierra’, Apresentação na ‘Semana da Energia e Ambiente’ – FEUP (2009).

‘Apresentação da Energest – Anexo’.

José Paulo, ‘Lipor II – Valorização Energética de 1200 toneladas de Resíduos Sólidos Urbanos por dia, ao serviço do Desenvolvimento Sustentável’,

Apresentação Port’Ambiente (2006).

‘Estação de Tratamento de Águas Residuais de Parada’, Câmara Municipal da Maia (2002).

‘Relatório de Sustentabilidade 2010’, Galp Energia (2011).

‘Estudo do Potencial de Cogeração de Elevada Eficiência em Portugal’, DGEG – Direção Geral de Energia e Geologia e Universidade de Coimbra (2010).

‘Relatório e Contas 2009’, EDP – Energias de Portugal (2010).

‘Relatório de Sustentabilidade ‘10’, LIPOR (2011).

‘Relatório de Gestão 2011’, UNICER – Bebidas de Portugal, SGPS, S. A. (2011).

‘Corporate Responsibility Report 2010: Economic, Environmental and Social Performance’, Sonae Sierra (2011).

‘Anuário 2010’ ANTRON – Associação Nacional de Transportes Rodoviários de Pesados de Passageiros (2011).

‘Transport at a Crossroads – TERM 2008: indicators tracking transport and environment in the European Union’, European Environment Agency (2009).

‘Transportes Públicos Ocasionais Rodoviários de Mercadorias: Actividade Empresarial’, IMTT – Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres (2008).

‘Mobilidade na Cidade do Porto: Análise das deslocações em transporte individual’, Câmara Municipal do Porto – Gabinete de Estudos e Planeamento (2007).

‘Inquérito à Mobilidade da População Residente – 2000’, INE – Instituto Nacional de Estatística (2002).

‘Movimentos Pendulares na Área Metropolitana do Porto 1991–2011’, INE – Instituto Nacional de Estatística (2003).

‘Energy and Transport in Figures – Part 3: Transport’, Directorate-General for Energy and Transport and Eurostat (2010).

‘Relatório de Sustentabilidade – Intercalar ‘09’, Luís Simões (2010).

‘Relatório e Contas 2010’, REFER (2011).

Pedro Nogueira Ramos, ‘Estimativas do PIB per capita para os concelhos do Continente Português’, Revista de Estatística, 3º Quadrimestre (1998).

‘Estatísticas do Comércio Internacional 2010’, INE – Instituto Nacional de Estatística (2011).

‘Anuário Estatístico da Região Norte 2010’, INE – Instituto Nacional de Estatística (2011).

‘Inquérito ao Transporte Rodoviário Transfronteiriço 2008’, INE – Instituto Nacional de Estatística (2009).

‘Estatísticas dos Transportes 2009’, INE – Instituto Nacional de Estatística (2010).

Kristian Bodek e John Heywood, ‘Europe’s Evolving Passenger Vehicle Fleet: Fuel Use and GHG Emissions Scenarios through 2035’, MIT – Laboratory for Energy and Environment (2008).

‘Relatório e Contas de 2010’, Transportes Intermodais do Porto (2011).

‘PNAER – Plano Nacional de Acção para as Energias Renováveis’ (2010).

‘Manual de Planeamento de Acessibilidades e Transportes’, CCDRN – Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte (2008).

António Leal, João Luís Baptista e Paulo Urbano, ‘Modelação do Sistema Rodoviário: na perspectiva do conflito emergente’, Tese de Mestrado, ISCTE – Instituto Superior de Ciências do Trabalho e da Empresa (2008).

‘Inquérito aos Hábitos de Utilização de Energia no Porto’, AdEPorto – Agência de Energia do Porto (2011).

‘Inquérito às Despesas das Famílias 2005/2006’, INE – Instituto Nacional de Estatística (2008).

‘Inquérito ao Consumo de Energia no Sector Doméstico 2010’, DGEG – Direção Geral de Energia e Geologia e INE – Instituto Nacional de Estatística (2011).

‘Parques Eólicos em Portugal’, INEGI – Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial, Universidade do Porto (2009).

‘Estatísticas Solar Térmico 2010 e 1º trimestre de 2011’, APISolar – Associação Portuguesa da Indústria Solar (2011).

‘Relatório de Sustentabilidade 2007/08’, CP – Comboios de Portugal (2009).

Paulo Pinho, Manuel Vilares, et. al., ‘Avaliação do Impacto Global da 1ª fase do Projecto do Metro do Porto’, Metro do Porto (2008).

‘Relatório de Sustentabilidade 2009’, Metro do Porto (2010).

‘Relatório de Gestão e Sustentabilidade 2010’, STCP (2011).

Nuno Vieira e Carlos Rodrigues ‘Os Territórios da Mobilidade – o Caso do Porto’, XVI PANAM, Lisboa (2010).

'International Comparison of Light-duty Vehicle Fuel Economy and Related Characteristics', EA – International Energy Agency (2011).

'Estatísticas do Sector Automóvel', ACAP – Associação Automóvel de Portugal (2010).

'Estudo de Posse e Hábitos de Utilização de Aparelhos Eléctricos no Sector dos Serviços em Portugal Continental – Relatório Final', EDP (2006).

'E2P – Energias Endógenas de Portugal: Base de dados de fontes renováveis de energia', APREN – Associação de Energias Renováveis e INEGI – Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial, Universidade do Porto, disponível em <http://e2p.inegi.up.pt/>.

'Centrais eléctricas no Distrito do Porto', Museu da Eletricidade, disponível em <http://goo.gl/RWzzn>.

'Projectos Licenciados e em Curso – Energia eléctrica, Ligações à rede', Base de dados da DGEG.

'Estatísticas da Microprodução', site Renováveis na Hora, disponível em <http://www.renovaveisnahora.pt>.

'Reference Document on Best Available Techniques for the Waste Treatments Industries, Integrated Pollution Prevention and Control', European Commission (2006).

'Projections of Municipal Waste Management and Greenhouse Gases, European Topic Centre on Sustainable Consumption and Production', prepared for the European Environment Agency (EEA) under its 2010 work programme as a contribution to the EEA's work on environmental outlooks (2011).

www.valorsul.pt

'Plano Estratégico da Lipor', disponível em www.lipor.pt

'Consumos de Gás Natural verificado no Concelho do Barreiro no ano de 2008', Setgás.

'Evolução da procura de electricidade no médio e longo prazo', EDP (2006).

'European Energy and Transport – Trends do 2030 – Update 2007', EC (2007).

'Modelo de simulação da procura de energia e emissões de CO₂ no horizonte 2020 – Metodologia e ensaios de cenarização', DPP (2009).

'Caracterização do sector do gás natural em Portugal', ERSE (2007).

'Energy Consumption by Manufacturers – Data Tables', US Energy information Administration (2006).



MAPA DA ÁREA METROPOLITANA DO PORTO | NORTE DO DOURO

