



**Alexandre Cláudio Neto Amado**

Licenciado em Engenharia do Território

**Contabilização e análise das dinâmicas  
de fluxos de materiais a diferentes  
escalas – o caso de Portugal, Área  
Metropolitana de Lisboa e Município de  
Lisboa**

Dissertação nos termos do Despacho nº 20/2010 para  
obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente,  
perfil Engenharia Sanitária, por Licenciados “Pré-Bolonha”

Orientador: Samuel Pedro de Oliveira Niza,  
Investigador Auxiliar, IST-UL

Co-orientadora: Maria da Graça Madeira Martinho,  
Professora Associada com Agregação, FCT-UNL

Júri:

Presidente: Prof. Doutor Tomás Augusto Barros Ramos  
Arguente: Prof. Doutor Leonardo Tavares Rosado  
Vogal: Prof. Doutor Samuel Pedro de Oliveira Niza



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Julho 2018







**Contabilização e análise das dinâmicas de fluxos de materiais a diferentes escalas – o caso de Portugal, Área Metropolitana de Lisboa e Município de Lisboa**

Copyright © Alexandre Cláudio Neto Amado, Faculdade de Ciências e Tecnologia e Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objectivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Dissertação efectuada no âmbito do projecto, financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia ao abrigo do programa MIT-Portugal, “SusCity – Modelação de sistemas urbanos para a promoção de transições criativas e sustentáveis” (MITP-TB/C S/0026/2013).



**Nota de esclarecimento**

A presente dissertação não segue as normas do novo Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa.



## **AGRADECIMENTOS**

---

Ao Professor Samuel Niza, pelo incentivo, apoio, disponibilidade, interesse, críticas sempre construtivas e empenho durante toda a dissertação, mas sobretudo durante mais de 4 anos ao longo dos quais temos trabalhado juntos, pelos diversos desafios e inúmeros ensinamentos. Um exemplo enquanto pessoa e enquanto coordenador. O meu sincero obrigado!

O meu muito obrigado à Professora Graça Martinho pela sua disponibilidade, pragmatismo e por todo o apoio e empenho demonstrado.

Ao Professor Pedro Coelho pelo apoio e disponibilidade durante todo o processo de candidatura e a todos membros do júri pelos comentários durante a discussão da presente dissertação.

Agradeço também às pessoas com quem tenho trabalhado no IN+ - Centro de Estudos em Inovação, Tecnologia e Políticas de Desenvolvimento do IST, que mais do que colegas são amigos. Até vos dedicava uma piada seca, mas tem chovido tanto... Obrigado a todos pela vossa amizade e carinho com que sempre me trataram, apesar de não poder mencionar todos não podia deixar de destacar a Daniela Ferreira, Duarte Ferreira, Henrique Pombeiro, Hugo Augusto, João Patrício, Mariana Carmo, Miguel Carvalho, Patrícia Russo, Rita Marteleira, Rui Neto e Sílvia Castro. Um agradecimento especial ao João Fumega pelo apoio e troca de ideias acerca dos indicadores; ao Luís Santos pelo esclarecimento acerca da análise de correlação; e ao Ricardo Gomes camarada de “bunker” pelo incentivo diário “Entrega isso!”. Um agradecimento muito especial à Ana Quaresma, a pessoa mais altruísta que conheço, pelo incentivo para que fizesse a dissertação, e por...tudo! Sei que tudo o que fazes não te custa nada, mas as palavras são insuficientes para demonstrar a minha gratidão.

A todos os meus outros amigos, não vos enumero a todos individualmente, mas deixo um agradecimento especial aos Bubus (amigos sempre presentes), nomeadamente ao Edgar Sousa (pela sempre boa energia e pela pronta ajuda no pequeno acidente do ano passado); Hugo Alves e Marco Simões (o grupo maravilha); bem como ao João Reis (companheiro de tantas aventuras) e Nuno Andrade pela pergunta diária, desde o primeiro dia em que a comecei a fazer a dissertação, de “Quando é que entregas?”. Obrigado a todos pela vossa amizade.

À minha família, particularmente aos meus pais, Rosete e Hilário, e meus avós, Avó Carolina e Avô Neto, que sempre tudo fizeram, e fazem, por mim e quem devo muito do que hoje sou. À minha sobrinha e afilhada Laurinha por me fazer voltar a sentir a alegria das brincadeiras de criança.

Ao meu amor, Ana, obrigado por existires e pela paciência nas horas que estiveste à espera que chegasse a casa. Já não precisas de me ligar a perguntar: “Ainda estás aí?”. Está entregue!

Agradeço e faço aqui a homenagem a pessoas cuja memória guardo ternamente: Tio Werner, Prima Sandra, Prima Maria Edite, Tia Inácia, Avó Alexandrina, Avô Amado e amigo João Silva.



## RESUMO

---

A eficiência de utilização dos recursos, a sua gestão e os padrões de consumo e produção são actualmente uma preocupação mundial. Neste âmbito, os estudos de metabolismo urbano permitem apoiar os decisores políticos na definição, implementação e monitorização de políticas. Nas metodologias para o estudo do metabolismo urbano destaca-se a Contabilização de Fluxos de Materiais (CFM).

Nesta dissertação apresenta-se uma revisão efectuada ao modelo UMAN (*Urban Metabolism Analyst*) para CFM à escala regional e municipal, aplicando-o a um período mais alargado (1999 a 2015) e ao qual se efectuaram alterações metodológicas visando a sua optimização. Com intuito de validar a metodologia aplicou-se a mesma também à escala nacional e foi feita uma análise de diferentes factores de extrapolação entre escalas, nomeadamente da regional para a municipal. Deste modo o trabalho desenvolvido procurou consolidar e contribuir para a divulgação desta metodologia e sua possível definição enquanto método padronizado para realização da CFM à escala regional e municipal.

Da caracterização de dinâmicas de fluxos de materiais efectuada verifica-se que, em praticamente todos os indicadores, os valores em 2015 são inferiores aos de 1999, sugerindo uma desmaterialização da economia com uma possível relação com a situação política e sócio-económica do país durante o período analisado. Os resultados do Consumo Interno de Materiais (*Domestic Material Consumption* - DMC) confirmam uma tendência para a terciarização da economia e os materiais mais consumidos (minerais não-metálicos, biomassa e combustíveis fósseis) são os mesmos nas três escalas analisadas. Apesar do decréscimo no consumo, verifica-se que em 2015 o DMC referente a recursos não renováveis se mantém acima dos 50% em qualquer das escalas e a valorização não energética dos resíduos urbanos é inferior a 30%, o que demonstra a premência da implementação de políticas visando uma maior circularidade da economia.

**Palavras-chave:** desenvolvimento sustentável; economia circular; metabolismo urbano; contabilização dos fluxos de materiais; consumo interno de materiais; gestão de recursos.



## **ABSTRACT**

---

Resource use efficiency, its management and consumption and production patterns are currently a global concern. In this context, urban metabolism studies allow supporting policymakers on designing, implementing and monitoring policies.

This thesis presents a revision of the UMAN (Urban Metabolism Analyst) model to perform a MFA, at the regional and municipal scale, applying it to a seventeen-year period (1999 to 2015) and on which methodological changes were done aiming its optimization. In order to validate the methodology it was also applied to the national level and an analysis of different extrapolation factors between scales was performed. The work developed sought to consolidate and contribute to the dissemination of this methodology and its possible definition as a standardized method for the realization of MFA at the regional and municipal levels.

The material dynamics characterization carried out shows that, in almost all indicators, the values in 2015 are lower than in 1999, suggesting a dematerialization of the economy with a possible relation with the political and socio-economic situation of the country during the period analysed. Results of the DMC confirm the tertiarization of the economy and shows that the most consumed materials (non-metallic minerals, biomass and fossil fuels) are the same in the three scales. Despite the decrease in consumption, it was verified that in 2015 the non-renewable resources DMC remains above 50% in any of the scales and the non-energy recovery of MSW is less than 30%, which demonstrates the urgency of implementing policies aiming to improve the circularity of the economy.

**Keywords:** sustainable development; circular economy; urban metabolism; material flow accounting; domestic material consumption, resource management



# ÍNDICE DE CONTEÚDOS

---

1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1. Enquadramento.....	1
1.2. Objectivos .....	5
1.3. Estrutura da dissertação .....	6
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	7
2.1. Evolução do conceito de metabolismo urbano e metodologias de análise .....	7
2.1.1. A origem do termo metabolismo.....	8
2.1.2. Os primeiros estudos relacionados com o metabolismo urbano .....	8
2.1.3. A primeira definição e representações esquemáticas do metabolismo urbano.....	9
2.1.4. A análise de fluxos de energia .....	11
2.1.5. A analogia da área urbana a um ecossistema .....	12
2.1.6. A analogia da cidade a um sistema “geoquímico” .....	13
2.1.7. O estudo de fluxos específicos de materiais.....	13
2.1.8. O método da pegada ecológica.....	16
2.1.9. A cidade como um organismo e a definição de metabolismo urbano.....	17
2.1.10. Estudos de metabolismo urbano e abordagens metodológicas .....	19
2.2. Metodologia de contabilização de fluxos de materiais (CFM) .....	21
2.3. Funcionamento geral e aplicabilidade do Modelo UMAN .....	25
3. METODOLOGIA.....	29
3.1. Alterações metodológicas ao Modelo UMAN .....	29
3.2. Compilação e tratamento dos dados estatísticos .....	32
3.3. Processo de cálculo .....	39
3.3.1. Extracção interna de materiais .....	39
3.3.2. Importações e exportações .....	41
3.3.2.1. Importações e exportações pelas categorias das estatísticas de transporte .....	41
3.3.2.2. Importações e exportações pelas categorias de mercadorias da nomenclatura combinada .....	45
3.3.2.2.1. Fluxos internacionais.....	45
3.3.2.2.2. Fluxos nacionais.....	45
3.3.2.2.3. Comparação com os valores estimados pela nomenclatura NST e NST/R .....	47
3.3.2.2.4. Importações associadas ao consumo de energia primária para a produção de energia eléctrica.....	49
3.3.2.3. Exportação da produção local .....	50
3.3.2.4. Exportações da área de estudo.....	50

3.3.3.	Consumo interno de materiais.....	51
3.3.3.1.	Consumo interno de materiais pelas categorias das estatísticas de transporte .....	51
3.3.3.2.	Consumo interno de materiais pelas categorias de mercadorias da nomenclatura combinada .....	52
3.3.3.3.	Consumo interno de materiais por fase de ciclo de vida.....	53
3.3.3.4.	Consumo interno de materiais de produção local .....	54
3.3.4.	Fluxos de atravessamento .....	55
3.3.5.	Acréscimos líquidos às existências de materiais .....	55
3.3.6.	Emissões internas de materiais.....	56
3.3.6.1.	Emissões atmosféricas, para a água, uso dissipativo de produtos e perdas dissipativas .....	56
3.3.6.2.	Resíduos urbanos e industriais .....	57
3.3.6.3.	Resíduos de construção e demolição .....	58
3.3.7.	Balanço material .....	61
3.3.8.	Conversão das categorias de mercadorias em actividades económicas .....	62
3.3.9.	Conversão das mercadorias em materiais .....	62
3.3.10.	Distribuição espacial do consumo interno de materiais .....	64
3.3.10.1.	Discussão sobre os factores de extrapolação por sector CAE .....	65
3.3.10.2.	Factores de extrapolação, relacionados com a energia, por sector CAE .....	70
3.3.10.3.	Factores de extrapolação por sector CAE, com base na relação entre factores de extrapolação e o DMC a nível regional .....	72
4.	DISCUSSÃO DE RESULTADOS.....	77
4.1.	Validação de resultados.....	77
4.1.1.	Comparação dos valores estimados da CFM nacional com valores da CFM estimados pelo INE.....	77
4.1.2.	Comparação dos valores de DMC estimados para a AML com dados publicados .....	79
4.1.3.	Fecho do balanço de materiais à escala nacional e regional .....	80
4.1.4.	Comparação com outros estudos aplicados à AML.....	81
4.2.	Extrapolação do DMC entre escalas .....	82
4.2.1.	Análise da correlação entre o DMC, à escala nacional e regional, estimado através do modelo UMAN.....	82
4.2.1.1.	Relação entre o DMC por categoria de materiais .....	82
4.2.1.2.	Relação entre o DMC por secção CAE .....	84
4.2.2.	Comparação entre o DMC obtido por extrapolação e por aplicação do modelo UMAN à escala regional .....	85
4.2.3.	Extrapolação do DMC para a escala municipal a partir da escala regional.....	89
4.2.3.1.	Resultados através dos diferentes factores de extrapolação .....	89
4.2.3.2.	Comparação com outros estudos aplicados a Lisboa.....	89
4.2.3.3.	Comparação dos valores de DMC de Lisboa com dados publicados à escala municipal .....	90

5.	ANÁLISE DE DINÂMICAS DE FLUXOS DE MATERIAIS .....	93
5.1.	Análise do consumo interno de materiais .....	93
5.1.1.	Impacto da conjuntura política no DMC total .....	93
5.1.2.	Análise do DMC por actividade económica .....	95
5.1.3.	Análise do DMC por tipo de materiais .....	97
5.2.	Análise de fluxos de entrada e saída de materiais .....	103
5.2.1.	Extracção interna de materiais e importações .....	103
5.2.2.	Exportações .....	106
5.2.3.	Balança comercial física .....	108
5.2.4.	Emissões internas de materiais .....	109
5.2.5.	Acréscimos líquidos às existências de materiais .....	111
6.	CONCLUSÕES .....	115
7.	BIBLIOGRAFIA .....	119
8.	ANEXOS .....	131



## ÍNDICE DE FIGURAS

---

Figura 2.1 – Rede de citação directa dos trinta e cinco artigos mais citados na área do metabolismo urbano.....	7
Figura 2.2- Capa do primeiro estudo de metabolismo urbano.....	9
Figura 2.3 – Representação das “transacções” de input-output (t/dia) para uma cidade hipotética, de um milhão de habitantes, nos EUA. ....	10
Figura 2.4 – Representação esquemática do processo de produção de produtos e resíduos. ....	10
Figura 2.5 – Representação esquemática dos fluxos do sistema urbano do Condado de Miami-Dade. ....	11
Figura 2.6 – Representação do metabolismo da Região de Bruxelas em 1975. ....	12
Figura 2.7 – Representação esquemática do metabolismo da cidade de Hong Kong (t/dia), no ano de 1971.....	12
Figura 2.8 – Representação esquemática do metabolismo da Região de Bünztal em t/cap.ano ..... 13	13
Figura 2.9 – Comparação entre os fluxos de materiais (t/hab.ano) associados a um homem no neolítico e a um homem moderno. ....	14
Figura 2.10 – Comparação entre os fluxos de materiais (t/hab.ano) associados ao homem rural em 1800 e ao homem urbano em 1990.....	14
Figura 2.11 – Representação esquemática dos fluxos (kg/hab.ano) e stock (kg/hab) dos produtos na cidade de Viena em 1991.....	15
Figura 2.12 – Representação esquemática dos fluxos (1000 t/ano) e stock (1000 t) dos produtos entre o ambiente e a antroposfera da cidade de Viena em 1991.....	15
Figura 2.13 – Representação esquemática dos fluxos (t/ano) de materiais e água da cidade de Sydney em 1990.....	16
Figura 2.14 – Conversão do consumo em área, de acordo com o conceito de Pegada Ecológica.....	16
Figura 2.15 – Fluxos genéricos de materiais do metabolismo urbano.....	17
Figura 2.16 – Estudos de metabolismo urbano publicados (%) por ano, 1974-2016.....	19
Figura 2.17 – Número de estudos publicados anualmente (1974-2016) de metabolismo urbano por tipo de abordagem metodológica.....	20
Figura 2.18 – Âmbito da CFM.....	21
Figura 2.19 – Esquema geral de uma CFM, excluindo os fluxos de água e ar.....	23
Figura 2.20 – Representação esquemática dos indicadores considerados na realização da CFM.....	24
Figura 2.21 – Passos para a implementação da CFM de acordo com a metodologia do Eurostat (2001).....	25
Figura 2.22 – Principais componentes do Modelo UMAN.....	27
Figura 3.1 - Representação esquemática do processo de cálculo após as alterações metodológicas ao modelo UMAN.....	39

Figura 3.2 – Representação esquemática do processo de produção industrial.....	54
Figura 5.1 – Variação anual do DMC relativamente a 1999, 1999-2015, Portugal, AML e Lisboa. ....	93
Figura 5.2 – Variação anual do DMC, 1999-2015, Portugal, AML e Lisboa. ....	94
Figura 5.3 – Consumo médio de recursos por tipo de sector económico, 1999-2015, Portugal, AML e Lisboa.....	95
Figura 5.4 – Consumo médio de recursos por secção CAE Rev. 2.1, 1999-2015, Portugal, AML e Lisboa.....	96
Figura 5.5 – Variação do DMC, 1999-2015, nas secções CAE Rev. 2.1 H e J, Portugal, AML e Lisboa. ....	97
Figura 5.6 – DMC por tipo de material 1999-2015, Portugal.....	98
Figura 5.7 – DMC por tipo de material 1999-2015, AML. ....	98
Figura 5.8 – DMC por tipo de material, 1999-2015, Lisboa. ....	99
Figura 5.9 – Consumo anual de recursos não renováveis, 1999-2015, Portugal, AML e Lisboa.....	99
Figura 5.10 – Consumo médio por subcategoria dos minerais não-metálicos, 1999-2015, Portugal, AML e Lisboa. ....	100
Figura 5.11 – Consumo médio por subcategoria da biomassa, 1999-2015, Portugal, AML e Lisboa. ....	101
Figura 5.12 – Consumo médio por subcategoria de combustíveis fósseis, 1999-2015, Portugal, AML e Lisboa.....	101
Figura 5.13 – Consumo médio por subcategoria de minérios metálicos, 1999-2015, Portugal, AML e Lisboa.....	102
Figura 5.14 – Consumo médio por subcategoria de minérios metálicos, 1999-2015, Portugal, AML e Lisboa.....	102
Figura 5.15 – Extracção interna e importação de materiais, 1999-2015, Portugal.....	103
Figura 5.16 – Extracção interna e importação de materiais, 1999-2015, AML.....	104
Figura 5.17 – Peso médio por categoria de material na extracção interna de materiais, 1999-2015, Portugal e AML.....	105
Figura 5.18 – Peso médio por categoria de materiais importados, 1999-2015, Portugal e AML. ....	105
Figura 5.19 – Exportação de materiais, 1999-2015, Portugal.....	107
Figura 5.20 – Exportação de materiais (t), 1999-2015, AML.....	107
Figura 5.21 – Peso médio (%) por categoria de materiais na Exportação de Materiais, 1999-2015, Portugal e AML.....	108
Figura 5.22 – Balança comercial física, 1999-2015, Portugal e AML. ....	109
Figura 5.23 – Peso anual por tipo de DPO, 1999-2015, em Portugal e AML. ....	109
Figura 5.24 – Valorização dos RU recolhidos, 1999-2015, Portugal, AML e Lisboa. ....	110
Figura 5.25 – Destino dos RU recolhidos, 1999-2015, Portugal, AML e Lisboa. ....	111
Figura 5.26 – NAS (t), 1999-2015, Portugal, AML e Lisboa. ....	112
Figura 5.27 – NAS relativamente ao DMC, 1999-2015, Portugal, AML e Lisboa. ....	112
Figura 5.28 – NAS relativamente ao DMI, 1999-2015, Portugal, AML e Lisboa. ....	113
Figura 5.29 – Peso médio por categoria de materiais em NAS, 1999-2015, Portugal, AML e Lisboa	113

## ÍNDICE DE TABELAS

---

Tabela 1.1- Metas do ODS “Garantir padrões de consumo e de produção sustentáveis” da Agenda das Nações Unidas para 2030. ....	2
Tabela 2.1 - Contributo do modelo UMAN para colmatar as limitações das metodologias existentes. ....	26
Tabela 3.1- Principais contributos metodológicos para o modelo UMAN original. ....	29
Tabela 3.2- Número de categorias de mercadorias na Subposição NC, código de 8 dígitos, por versão da NC entre 2004 e 2015. ....	30
Tabela 3.3 - Fontes utilizadas nas conversões entre nomenclaturas. ....	34
Tabela 3.4- Características dos principais dados estatísticos recolhidos, nomeadamente escala espacial, período, fonte, unidade e nomenclatura. ....	36
Tabela 3.5 - Factores de conversão entre concentrados de minério metálico e minério bruto. ....	40
Tabela 3.6 - Coeficientes de majoração adoptados para a extracção interna de minerais não metálicos a nível nacional, 1999-2015. ....	41
Tabela 3.7 - Comparação entre os valores das estatísticas dos transportes (INE) e da base de dados do Comércio internacional (INE), relativos ao comércio internacional por modo de transporte em Portugal, em 2004, e fontes utilizadas. ....	42
Tabela 3.8 - Média do peso de cada modo de transporte relativamente ao total dos fluxos comerciais abrangidos por Portugal ou AML, 1999-2015, de acordo com os dados estimados por NST ou NST/R. ....	48
Tabela 3.9 - Média das diferenças entre os valores estimados, relativamente ao total dos fluxos comerciais abrangidos por Portugal ou AML, por modo de transporte, 1999-2015, pela nomenclatura NST ou NST/R comparativamente à NC 2004. ....	48
Tabela 3.10 – Consumo de energia primária a partir de fontes não renováveis para a produção de electricidade (tep), à escala nacional (PT) e regional (AML), 1999-2015. ....	50
Tabela 3.11 - Variação da Extracção Interna de Materiais após correcção do DMC, e número de mercadorias corrigidos e com DMC negativo para Portugal e AML, 1999-2015. ....	52
Tabela 3.12- Toneladas per capita anuais adoptadas para estimar as emissões atmosféricas, emissões para a água, uso dissipativo de produtos e perdas à escala regional. ....	57
Tabela 3.13 - Estimativas nacionais para a produção anual de resíduos industriais (t) estimadas e reportadas nas diversas fontes consultadas. ....	58
Tabela 3.14 - Produção nacional anual de RCD estimadas e reportadas nas diversas fontes consultadas. ....	60
Tabela 3.15 - Produção per capita anual, 1999-2015, adoptada para estimar os RCD. ....	61
Tabela 3.16- Nomenclatura MatCat, categorias e subcategorias. ....	63
Tabela 3.17 - Factores de extrapolação utilizados por cada sector CAE, na matriz de distribuição espacial. ....	65
Tabela 3.18 - Factores de extrapolação, relacionados com energia, utilizados por cada sector CAE, na matriz de distribuição espacial. ....	71

Tabela 3.19 – Classificação da correlação segundo os critérios de Franzblau (1958). .....	72
Tabela 3.20 - Correlação entre o DMC por Secção CAE à escala nacional e regional (AML) estimado através do modelo UMan, para o período 1999 a 2015. ....	73
Tabela 3.21 - Factores de extrapolação utilizados por cada sector CAE, na matriz de distribuição espacial.....	74
Tabela 4.1 - Diferença entre os valores estimados recorrendo à metodologia UMAN relativamente aos valores estimados pelo INE da Conta de Fluxos de Materiais.....	78
Tabela 4.2 Média, no período 1999 a 2015, entre os valores estimados e peso médio de cada por material estimado através da metodologia UMAN relativamente aos valores estimados pelo INE. ....	79
Tabela 4.3 - Comparação entre os valores de vendas estimados pelo DGEG e pelo modelo UMan, relativos a combustíveis líquidos e gasosos, na AML para o período 2004-2015.....	80
Tabela 4.4 - Erro de fecho do balanço de materiais para Portugal e AML. ....	80
Tabela 4.5 – Comparação dos resultados estimados para o DMC da AML, com os valores estimados por outros autores. ....	82
Tabela 4.6- Correlação entre o DMC por categoria de material à escala nacional e regional (AML) estimado através do modelo UMan para o período de 1999 a 2015. ....	83
Tabela 4.7- Correlação entre o DMC por secção CAE à escala nacional e regional (AML) estimado através do modelo UMan para o período de 1999 a 2015. ....	85
Tabela 4.8 – Média da diferença (%), por classe de material, entre os valores estimados para o DMC na AML pelos diferentes factores de extrapolação a partir dos valores nacionais e os obtidos para a AML recorrendo à metodologia UMan, no período de 1999 a 2015. ....	86
Tabela 4.9 – Média (%) do peso por classe de material, para os valores estimados pelo modelo UMan para Portugal (PT) e AML e extrapolados pelos diferentes factores para a AML, no período de 1999 a 2015.....	86
Tabela 4.10- Média do peso (%) do DMC por secção CAE Rev. 2.1, estimado através do modelo UMan, à escala nacional e regional para o período 1999 a 2015. ....	87
Tabela 4.11- Média da diferença (%), por secção CAE, entre os valores estimados para o DMC na AML pelos diferentes factores de extrapolação a partir dos valores nacionais e os obtidos para a AML recorrendo à metodologia UMan, no período de 1999 a 2015. ....	88
Tabela 4.12- Correlação através do coeficiente de Pearson, entre o DMC por categoria de material estimado pelo modelo UMan e o DMC obtido por extrapolação por cada factor, à escala regional (AML), para o período de 1999 a 2015. ....	88
Tabela 4.13- DMC médio per capita no município de Lisboa, por categoria de material obtido por extrapolação por cada factor a partir da escala regional (AML), para o período de 1999 a 2015.....	89
Tabela 4.14 – Comparação com os valores estimados para o DMC de Lisboa em outros estudos. ...	90
Tabela 4.15 - Comparação entre os valores de vendas estimados pelo DGEG e pelo modelo UMan, relativo a combustíveis líquidos e gasosos no município de Lisboa, para o período 2004-2015.....	91

## ACRÓNIMOS

---

ACV – Análise de Ciclo de Vida

AML - Área Metropolitana de Lisboa

APA – Agência Portuguesa do Ambiente

CAE – Classificação Portuguesa de Actividades Económicas

CE – Comissão Europeia

CFM – Contabilização de Fluxos de Materiais

CLC - Corine Land Cover

DGEG – Direcção Geral de Energia e Geologia

DMC – *Domestic Material Consumption* (Consumo Interno de Materiais)

DMI – *Direct Material Input* (Entrada Directa de Materiais)

DPO – *Domestic Processed Output* (Emissões Internas de Materiais)

Eurostat - *Statistical Office of the European Communities*

EW-MFA - *Economy-wide Material Flow Accounts*

INE – Instituto Nacional de Estatística

EUA - Estados Unidos da América

INR – Instituto dos Resíduos

LER – Lista Europeia de Resíduos

MatCat – *Material Categories Nomenclature*

NAS – *Net Additions to Stock* (acréscimos líquidos às existências de materiais)

NC - Nomenclatura Combinada

NST 2007 - Nomenclatura Uniforme para as Estatísticas dos transportes

NST/R – Nomenclatura Uniforme de Mercadorias para as Estatísticas dos Transportes. Revista

NUTS - Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos

ODS - Objectivos de Desenvolvimento Sustentável

PAEF - Programa de Ajustamento Económico e Financeiro

PIOT – Physical Input-Output Table

ProdChar - Products Characterization

PTB – *Physical Trade Balance* (Balança Comercial Física)

RCD – Resíduos de Construção e Demolição

RU – Resíduos Urbanos

UE – União Europeia

UMAn – Urban Metabolism Analyst

# 1. INTRODUÇÃO

---

## 1.1. Enquadramento

As actividades da sociedade contemporânea envolvem o consumo de materiais, nomeadamente os materiais destinados à alimentação (biomassa), à construção (minérios metálicos e minerais não-metálicos) ou envolvidos nas actividades de transporte (combustíveis fósseis). Estima-se que em 2017 a extracção global de materiais tenha sido três vezes superior à de 1970, e que este número possa mais do duplicar de 2015 a 2050 (IRP, 2017). A elevada procura pelas matérias-primas excede largamente o que o planeta pode fornecer de forma sustentável, pelo que os recursos devem tornar-se uma preocupação política central (IRP, 2018). Esta questão é ainda mais relevante na medida em que o ciclo de vida dos recursos, desde a sua extracção até ao seu destino final enquanto resíduo, produz impactes ambientais e a utilização dos recursos pode libertar materiais tóxicos e afectar a qualidade do solo, pois após a sua utilização os materiais são devolvidos ao solo num estado físico e químico muito mais activo que o anterior (CEC, 2003).

A nível europeu a relevância desta questão ficou patente na Estratégia Europa 2020 (EC, 2010) ao assumir o “crescimento sustentável” como uma das prioridades, assente na promoção de uma economia mais eficiente na utilização dos recursos, mais ecológica e competitiva. Este mesmo documento apresenta como iniciativa emblemática “uma Europa eficiente em termos de recursos” onde se destaca o objectivo de dissociar o crescimento económico da utilização dos recursos, sendo referidas as pressões sobre o ambiente que a concorrência mundial em relação aos recursos naturais irá provocar em consequência do aumento da população. Adoptando os princípios de programação da Estratégia Europa 2020, foi proposta por Portugal à Comissão Europeia (CE) o “Acordo de Parceria 2014-2020” (Portugal 2020), onde se encontra referido que o país procura uma trajectória de crescimento sustentável com, nomeadamente, menor consumo de recursos naturais e energéticos. Neste âmbito surge o Programa Operacional Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Recursos (PO SEUR, 2014).

A preocupação com a sustentabilidade dos recursos em Portugal, pelo menos a nível legislativo, surge com a primeira versão da Constituição Portuguesa de 1976, onde é mencionado que incumbe ao Estado “promover o aproveitamento racional dos recursos naturais, salvaguardando a sua capacidade de renovação e estabilidade ecológica” (artigo 66º, d). Na VII revisão constitucional de 2005, ao mesmo artigo, influenciado pela definição de desenvolvimento sustentável, é acrescentado que tal incumbência deve ser garantida com “respeito pelo princípio da solidariedade entre gerações”.

A relevância do consumo dos recursos é também reforçada na Agenda das Nações Unidas para 2030 (UN, 2015) que assenta em 17 objectivos de desenvolvimento sustentável (ODS) e 160

metas, aprovadas por unanimidade pelos 193 Estados-membros da ONU. Os ODS foram desenvolvidos na sequência dos “Objectivos de Desenvolvimento do Milénio”, 2000-2015, onde relativamente aos recursos apenas havia menção da meta de “integrar os princípios de desenvolvimento sustentável nas políticas e programas dos países; inverter a perda de recursos naturais”. Nos ODS a questão dos recursos, seu consumo e produção é abordada com maior pormenor sendo um dos objectivos “garantir padrões de consumo e de produção sustentáveis” e no qual se incluem as 11 metas indicadas na Tabela 1.1.

**Tabela 1.1-** Metas do ODS “Garantir padrões de consumo e de produção sustentáveis” da Agenda das Nações Unidas para 2030.

Objectivo de Desenvolvimento Sustentável: 12 - Garantir padrões de consumo e de produção sustentáveis		
Metas		
	Até 2020	Até 2030
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Implementar o Plano Decenal de Programas sobre Produção e Consumo Sustentáveis, com todos os países a tomar medidas, e os países desenvolvidos assumindo a liderança, tendo em conta o desenvolvimento e as capacidades dos países em desenvolvimento;</li> <li>▪ Incentivar as empresas, especialmente as de grande dimensão e transnacionais, a adoptar práticas sustentáveis e a integrar informação sobre sustentabilidade nos relatórios de actividade;</li> <li>▪ Promover práticas de compras públicas sustentáveis, de acordo com as políticas e prioridades nacionais;</li> <li>▪ Apoiar países em desenvolvimento a fortalecer as suas capacidades científicas e tecnológicas para mudarem para padrões mais sustentáveis de produção e consumo;</li> <li>▪ Desenvolver e implementar ferramentas para monitorizar os impactos do desenvolvimento sustentável para o turismo sustentável, que cria emprego, promove a cultura e os produtos locais;</li> <li>▪ Racionalizar subsídios ineficientes nos combustíveis fósseis, que encorajam o consumo exagerado, eliminando as distorções de mercado, de acordo com as circunstâncias nacionais, inclusive através da reestruturação fiscal e da eliminação gradual desses subsídios prejudiciais, caso existam, para reflectir os seus impactos ambientais, tendo plenamente em conta as necessidades específicas e condições dos países em desenvolvimento e minimizando os possíveis impactos adversos sobre o seu desenvolvimento de uma forma que proteja os pobres e as comunidades afectadas;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Alcançar a gestão ambientalmente saudável dos produtos químicos e de todos os resíduos, ao longo de todo o ciclo de vida destes, de acordo com os marcos internacionais acordados, e reduzir significativamente a libertação destes para o ar, água e solo, minimizar os seus impactos negativos sobre a saúde humana e o meio ambiente;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais;</li> <li>▪ Reduzir para metade o desperdício de alimentos <i>per capita</i> a nível mundial, de retalho e do consumidor, e reduzir os desperdícios de alimentos ao longo das cadeias de produção e abastecimento, incluindo os que ocorrem pós-colheita;</li> <li>▪ Reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reutilização;</li> <li>▪ Garantir que as pessoas, em todos os lugares, tenham informação relevante e consciencialização para o desenvolvimento sustentável e estilos de vida em harmonia com a natureza;</li> </ul>

Neste âmbito a CE publicou uma comunicação (EC, 2016) onde é referido o compromisso por parte da União Europeia (UE) no desenvolvimento sustentável, ou seja, o que satisfaça as necessidades do presente sem comprometer as necessidades das gerações futuras, e são apontados os principais contributos da UE visando atingir os ODS. É de destacar, no que diz respeito ao ODS

doze em particular, as ações de eficiência dos recursos e a economia circular (visando dissociar o crescimento económico da degradação ambiental) e o consumo sustentável (que requer políticas de consumo que sensibilizem e permitam aos consumidores escolhas informadas que contribuam para a sustentabilidade).

Finalmente, em 2015, na estratégia portuguesa “Cidades Sustentáveis 2020” é proposto no eixo estratégico “Sustentabilidade & Eficiência” “incrementar a eficiência do metabolismo urbano, assumindo a prioridade de redução e valorização do resíduo como um recurso, ampliando o quadro de soluções de reutilização, reciclagem e valorização energética e orgânica dos resíduos e fomentando o consumo de produtos locais e o combate ao desperdício” (RCM n.º 61/2015). Esta medida é identificada como possuindo uma dimensão territorial estratégica intra-urbana (relativa aos núcleos urbanos e aos espaços urbanos edificados) e de cidade-região (relativa às áreas de influência funcional das cidades, às interações e interdependências económicas e sociais entre os centros urbanos e a região urbano-rural onde se inserem). Em 2015 também este conceito é mencionado na Resolução do Conselho de Ministros n.º 11-C/2015 relativa ao Plano Nacional de Gestão de Resíduos (PNGR), onde se descreve o “metabolismo da economia” Portuguesa caracterizando os fluxos de materiais e energia inerentes às actividades económicas, sendo mencionada a necessidade de promoção da economia circular, através do fecho dos ciclos dos materiais, para reduzir a pressão sobre os recursos naturais e sobre a capacidade da natureza para regenerar os resíduos.

O conceito de metabolismo urbano surge também mencionado, em 2017, na Estratégia Nacional de Educação Ambiental (ENEA) 2020 (APA, 2017). Esta estratégia refere o metabolismo urbano e a importância de este ser considerado na gestão das cidades. Entre os três pilares da ENEA - descarbonizar a sociedade, tornar a economia circular e valorizar o território - o segundo (já tinha sido salientado no PNGR), apontando para a “desmaterialização da economia, economia colaborativa e o consumo sustentável” bem como a “concepção de produtos e uso eficiente de recursos” e a valorização de resíduos”. No segundo pilar são referidos princípios e medidas como:

- Prevenir a extracção de matérias-primas e a produção de resíduos;
- Incentivar a reutilização e a extensão da utilidade dos recursos;
- Destacar o papel da administração pública no contexto da prossecução da Estratégia Nacional para as Compras Públicas Ecológicas 2020;
- Reduzir o desperdício alimentar, na indústria, no retalho e mesmo no consumidor, e ao longo das cadeias de produção e abastecimento;
- Reutilizar o território afecto à urbanização e edificação, em detrimento de novos consumos de solo, e de conceber espaços de uso múltiplo e de utilização supletiva nas áreas urbanas;
- Permitir a regeneração e restauração do capital natural dos bens de consumo intermédio

ou final;

- Conceber processos mais eficientes no uso de recursos nomeadamente através da: gestão melhorada de fluxos de mercadorias, utilização de modos de transporte mais ecológicos, fomento da proximidade através do correcto ordenamento do território; aumento do uso de energias alternativas de fontes renováveis, diversificação das fontes de matéria-prima secundárias e promoção da eficiência energética e hídrica das indústrias transformadoras,
- Promover acções que contribuam para uma maior consciencialização dos consumidores;
- Potenciar a reutilização ou a reparação, a reciclagem e a valorização de resíduos;
- Melhorar a segregação de fluxos e otimizar as tecnologias de separação;
- Desenvolver produtos que permitam integrar materiais recuperados;
- Incentivar esquemas de responsabilidade alargada do produtor e a co-responsabilização das cadeias de produção, distribuição, consumo e tratamento em fim de vida dos produtos.

Também em 2017 é aprovado pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 190-A/2017 o Plano de Acção para a Economia Circular (PAEC, 2017), onde é referido que apesar de não existirem actualmente indicadores designados para a medição da circularidade de uma economia os indicadores de metabolismo são considerados como próximos. É mencionado que será necessária a definição de uma visão global de cada território em agendas promovidas pelas Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional (CCDR) e onde deverão ser envolvidas as autarquias, comunidades intermunicipais ou áreas metropolitanas. Tais entidades deverão adaptar as orientações de economia circular, convergindo esta com a valorização do território, sendo a gestão do metabolismo urbano e periurbano indicada como um tema emergente que deverá ser incluído nos eixos de desenvolvimento das referidas agendas.

Mais recentemente no Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território (PNPOT, 2018) no seu documento para discussão pública relativo à estratégia e modelo territorial, é identificado como um dos grandes desafios territoriais a gestão dos “recursos naturais de forma sustentável” e a promoção da “eficiência do metabolismo regional e urbano” como um modo de o atingir, sendo referido que “melhorar o metabolismo urbano e regional passa por uma conjugação dos objectivos de racionalização do consumo de recursos e do seu uso mais eficiente, de descarbonização da economia e da sociedade, de cidades mais saudáveis e de desenvolvimento socioeconómico assente nos recursos locais.” Este documento alude ainda à importância do conhecimento dos fluxos dentro e entre regiões ou áreas urbanas que “permitirá criar novas dinâmicas e oportunidades económicas e sociais”.

O destaque dado ao conceito nestes documentos sugere que o conhecimento do

metabolismo urbano e a quantificação dos diferentes fluxos, nomeadamente o de materiais, é reconhecido como uma forma de apoiar os decisores políticos na definição, implementação e monitorização de políticas para a sustentabilidade do uso dos recursos.

Hendriks *et al.* (2000), relativamente à contabilização de fluxos de materiais, destacam a sua contribuição para os decisores políticos na: identificação antecipada de potenciais problemas ambientais, por exemplo através da contabilização da acumulação de *stocks*; definição de prioridades, permitindo analisar a eficácia de políticas no controlo de determinados fluxos; formulação de políticas efectivas, ao possibilitar a avaliação de medidas considerando o sistema como um todo; comunicação, podendo ser facilmente transmitida e compreendida pela população através da utilização de gráficos, nomeadamente diagramas de fluxos.

Os estudos associados ao metabolismo urbano podem ser utilizados como ferramentas para identificação de problemas ambientais e custos respectivos associados ao aumento do consumo e à gestão dos resíduos produzidos, bem como para a concepção de políticas urbanas mais eficientes e sustentáveis (Niza *et al.*, 2009).

## 1.2. Objectivos

A presente dissertação decorreu no âmbito do projecto “*SusCity*<sup>1</sup> – Modelação de sistemas urbanos para a promoção de transições criativas e sustentáveis” (MITP-TB/C S/0026/2013). O projecto *SusCity* tem como objectivo a modelação de sistemas urbanos e a sua representação através da recolha e processamento de *Big Data*, desenvolvendo um conjunto de novos serviços que explorem as oportunidades económicas associadas à transição para sistemas urbanos sustentáveis. Esta dissertação enquadra-se na tarefa de desenvolvimento de um Simulador de Metabolismo Urbano, cujo caso de estudo é o município de Lisboa.

O modelo utilizado para a realização da Contabilização de Fluxos de Materiais (CFM ou MFA, acrónimo em inglês para *Material Flow Accounts*) para o município de Lisboa foi o UMAN (acrónimo inglês para *Urban Metabolism Analyst*), desenvolvido por Niza *et al.* (2009) e Rosado *et al.* (2014). Perante a necessidade de actualizar os valores estimados anteriormente e alargar o período abrangido, e dado a forma como o modelo foi disponibilizado (conjunto de ficheiros *Excel*) e a sua complexidade não permitir uma aplicação directa com uma mera substituição dos valores, foi necessária uma revisão do mesmo. Tal requereu um esforço para o tornar mais operacional para este tipo de estudos e consistiu numa oportunidade para total compreensão do processo de cálculo envolvido bem como de revisão e alteração do modelo com vista a corrigir e ultrapassar as lacunas encontradas.

Deste modo a presente dissertação apresenta três objectivos principais:

- Revisão e optimização de um modelo para CFM à escala regional e municipal;

---

<sup>1</sup> Projecto financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia ao abrigo do programa MIT-Portugal.

- Análise de factores de extrapolação entre escalas espaciais;
- Análise e caracterização de dinâmicas de consumo, e indicadores associados (e.g. extracção interna de materiais, importações, exportações, acréscimos líquidos às existências de materiais, emissões internas de materiais), a diferentes escalas espaciais (nacional, regional e municipal) num período temporal alargado (1999-2015).

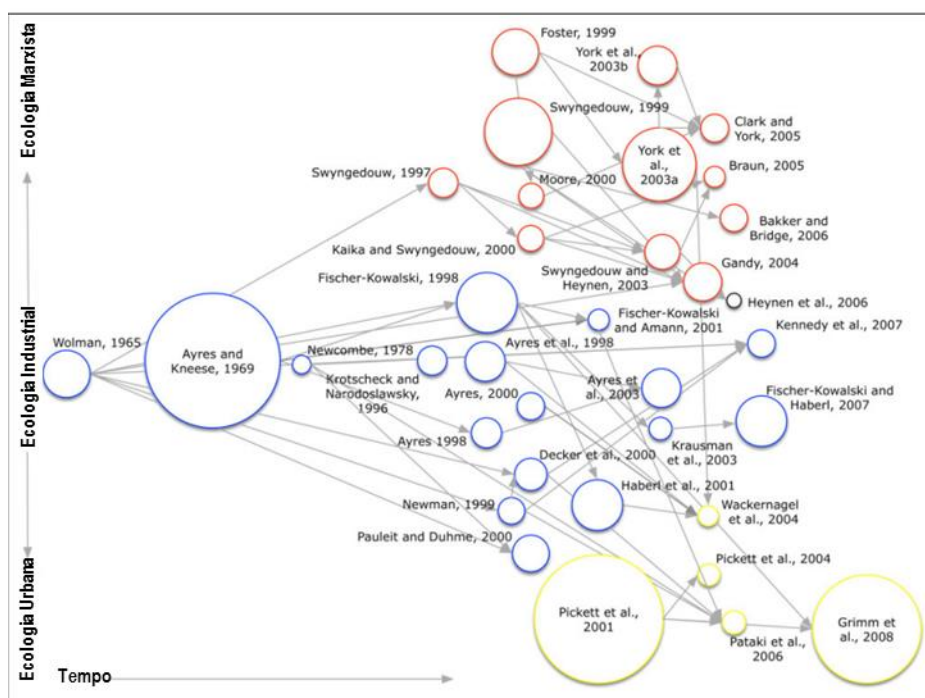
### **1.3. Estrutura da dissertação**

Esta dissertação encontra-se dividida em 6 capítulos. No capítulo introdutório é feito um breve enquadramento à temática, são descritos os objectivos e a estrutura da dissertação. No segundo capítulo apresenta-se a revisão bibliográfica de conceitos e metodologias de CFM e faz-se um enquadramento aos casos de estudo. Segue-se no capítulo 3 a apresentação da metodologia de onde consta a análise crítica do modelo utilizado, sua revisão e adaptação. Posteriormente, no capítulo 4, discutem-se os resultados, nomeadamente os obtidos através da utilização de diferentes indicadores para extrapolação entre escalas espaciais. No capítulo 5 analisam-se as dinâmicas dos fluxos de materiais nos casos de estudo que abrangem três escalas (nacional, regional e municipal). No capítulo 6 apresentam-se as conclusões e recomendações para trabalho futuro.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1. Evolução do conceito de metabolismo urbano e metodologias de análise

Através de uma análise bibliométrica do tema metabolismo urbano, entre 1965 e 2012, Newell e Cousins (2015) identificaram três linhas de pensamento, ou como os autores lhes chamam “três ecologias”, de metabolismo urbano: industrial, marxista e urbana, com 49%, 29% e 16% das citações, respectivamente. Surge ainda, com 6%, o campo da arquitectura e planeamento urbano. Relativamente aos três primeiros os mesmos autores apontam as seguintes concepções: na ecologia marxista o metabolismo é visto sob a perspectiva das relações sociedade-natureza; na ecologia industrial como um organismo biológico; e na ecologia urbana como um ecossistema. Na Figura 2.1 Newell e Cousins apresentam a rede de citação directa dos trinta e cinco artigos mais citados na área do metabolismo urbano entre 1965 e 2012 associando cada um a uma das linhas de pensamento mencionadas (as setas representam uma citação directa e o tamanho do nó é proporcional ao número de citações).



**Figura 2.1** – Rede de citação directa dos trinta e cinco artigos mais citados na área do metabolismo urbano (Newell e Cousins, 2015 – tradução livre).

Nos parágrafos seguintes, apresentam-se uma revisão geral da evolução de metodologias e conceitos associados ao metabolismo urbano e às três visões do mesmo, essencialmente, até ao lançamento pelo Eurostat do guia metodológico para contabilização dos fluxos materiais aplicável a nível nacional e que o modelo UMan, que se utiliza no âmbito desta dissertação, pretendeu adaptar para a escala regional e municipal.

### 2.1.1. A origem do termo metabolismo

A primeira utilização de um termo relacionado com metabolismo (*metabolische*), de acordo com Bing (1971), foi em 1839 na obra do um fisiologista alemão Theodor Schwann onde, na sua teoria celular, se encontra referido que os fenómenos que resultem de alterações químicas da própria célula, ou no citoplasma circundante, podem ser designados como fenómenos metabólicos, o que implica ser susceptível de provocar ou sofrer mudança. Trata-se, portanto, de um neologismo obtido a partir do termo grego que significa “mudança” (*metabole*). Apesar de durante muitos anos a palavra “metabólico” surgir associada à teoria de Schwann, progressivamente o termo “metabolismo” foi sendo associada ao termo “*Stoffwechsel*” (Wassenaar, 2015) que, conforme Bing (1971) refere, foi utilizado pelo fisiologista alemão Friedrich Tiedemann, entre 1830 e 1842, para descrever reacções químicas do organismo. Entre 1842 e 1852 este termo aparece frequentemente em livros de medicina, associado aos processos químicos das células vivas. Nomeadamente na obra de Liebig “*Organic chemistry in its applications to physiology and pathology*”, de 1842, que até então utilizara o termo “*metarmorphose*” para descrever o mesmo fenómeno.

Em suma, “o metabolismo é a química da vida” (Bing, 1971) e apesar ter surgido primeiramente associado à biologia, foi transposto para outras áreas, com sejam a ecologia, sociologia, antropologia, geografia e geologia (Fischer-Kowalski, 1998). Karl Marx, na sua obra “*Das Kapital*”, em 1867, refere várias vezes o termo “*Stoffwechsel*”, com o intuito de descrever uma relação de troca de material entre o homem e a natureza, razão pela qual na tradução em inglês, editada por Engels em 1887, se utiliza a expressão “trocas de material” em vez de “metabolismo”. De acordo com Fischer-Kowalski (1998), esta utilização do termo aponta já para uma relação de interdependência contrariando a visão da utilização (exploração) da natureza pelo homem.

Já Barles (2010) refere que, durante o século XIX, apesar de o termo metabolismo urbano não ser referido, foi mais tarde associado ao trabalho de químicos com preocupações em termos de produção de alimentos e uso de fertilizantes na produção agrícola (mais propriamente associado aos estudos do ciclo de azoto).

### 2.1.2. Os primeiros estudos relacionados com o metabolismo urbano

É com o estudo de Theodor Weyl, “*Der Versuch über den Stoffwechsel Berlins*” (Ensaio do Metabolismo de Berlim), publicado em 1894 (capa na Figura 2.2), que é pela primeira vez feita a associação do termo metabolismo à quantificação de fluxos de materiais antropogénicos numa cidade. O seu objectivo, como descrevem Lederer *et al.* (2015), foi o de quantificar o consumo de água, alimentos e nutrientes, bem como as águas residuais e nutrientes descarregados no sistema de saneamento, indo ao pormenor de descrever a composição das águas residuais. O consumo de alimentos é denominado como “ingestão” (*Einnahme*) e as saídas da cidade pelo sistema de saneamento como “excreções” (*Ausscheidungen*). Tais metáforas, indica Gandy (2004), decorrem da época em que o estudo se insere, fortemente influenciada pelo movimento higienista, onde estas metáforas para o espaço urbano se tornaram comuns em virtude das novas infra-estruturas que

começavam a ser instaladas (nomeadamente os colectores de águas residuais). Foi aliás a instalação destes colectores que permitiu que Weyl efectuasse as medições deste estudo, relativas à composição das águas residuais.



**Figura 2.2-** Capa do primeiro estudo de metabolismo urbano (Weyl, 1894).

Em 1915, é publicado em Portugal um documento que analisa e apresenta os produtos consumidos e taxados na cidade de Lisboa, entre 1890 e 1914, denominado “O ventre de Lisboa e os géneros que aqui pagam impostos de consumo ou de rial de água”, cujo título metafórico parece derivar do romance de Émile Zola “O ventre de Paris”, de 1873, conforme referem Niza *et al.* (2016).

Relativamente a estudos que se dedicaram a analisar os consumos alimentares de uma cidade, Barles (2007) refere dois estudos publicados anteriormente abrangendo a cidade de Paris: os estudos de Benoiston de Châteauneuf em 1817 e de Armand Husson em 1856.

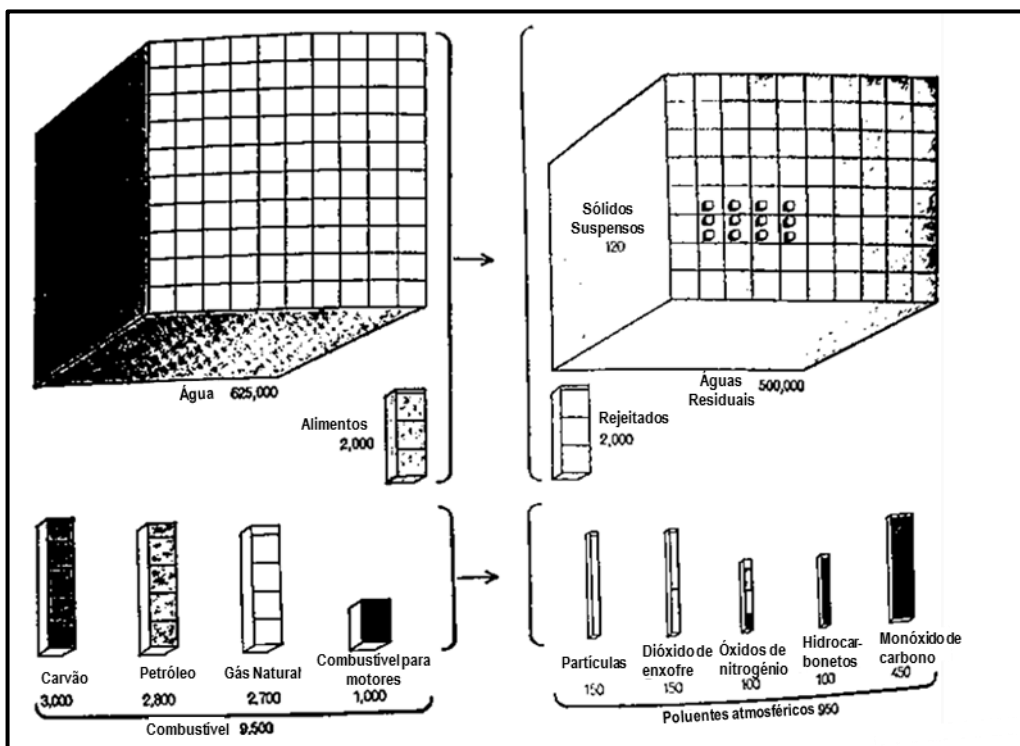
### 2.1.3. A primeira definição e representações esquemáticas do metabolismo urbano

Somente setenta anos após a publicação do trabalho de Weyl (1894) há conhecimento da publicação de um outro estudo que utiliza o termo “metabolismo” aplicado a uma cidade. Trata-se precisamente de “O Metabolismo das Cidades” de Wolman (1965), onde surge a seguinte definição: “as necessidades metabólicas de uma cidade podem ser definidas como os materiais e os produtos necessários para sustentar os seus habitantes em casa, no trabalho e em lazer”. Tal conceito envolve transacções<sup>2</sup> de input-output<sup>3</sup>, tendo Abel Wolman quantificado, para uma cidade hipotética de um

<sup>2</sup> O autor utiliza o termo *transactions*, embora se deva entender que mais do que transacções trata-se de fluxos, ou transferências. Uma transacção é uma troca não sendo o mais correcto para expressar o que ocorre quando se regista uma entrada de alimentos e uma saída sob a forma de água residual ou resíduo orgânico.

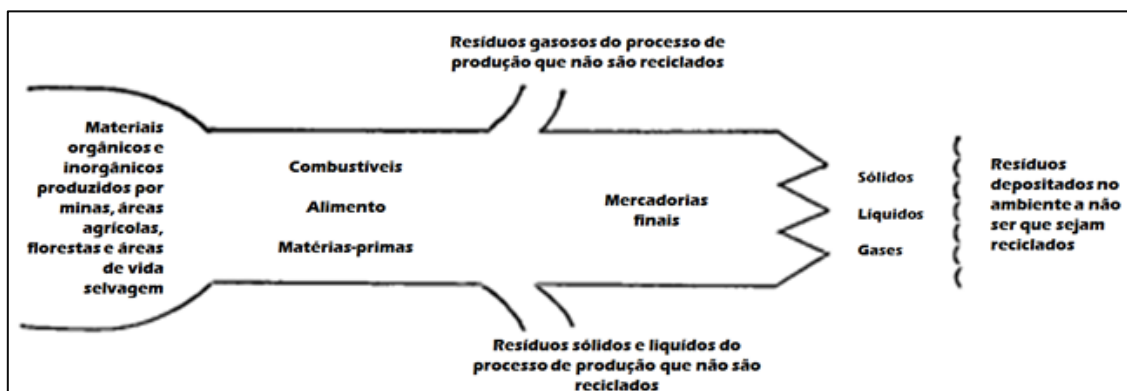
<sup>3</sup> *vide* página seguinte

milhão de habitantes nos Estados Unidos da América (EUA), os três inputs - água, alimentos e combustível - e três outputs - saneamento, resíduos sólidos e poluentes atmosféricos (Figura 2.3).



**Figura 2.3** – Representação das “transacções” de *input-output* (t/dia) para uma cidade hipotética, de um milhão de habitantes, nos EUA (Wolman, 1965 – tradução livre).

A relação entre os resíduos e poluentes produzidos (*outputs*) e o consumo (*inputs*) foi transposta por Ayres e Kneese (1968) para uma representação esquemática onde as entradas para o sistema são os combustíveis, alimentos e matéria-prima. Estes são parcialmente convertidos em produtos finais, que, por sua vez, se transformam parcialmente em resíduos, com a excepção dos produtos finais adicionados a *stock* de materiais (Figura 2.4).



**Figura 2.4** – Representação esquemática do processo de produção de produtos e resíduos (Ayres e Kneese, 1968 – tradução livre).

<sup>3</sup> Os termos *input-output* poder-se-iam traduzir directamente por entrada-saída, porém, conforme Niza (2007) esclarece, estes termos possuem um significado mais abrangente do que a tradução directa, podendo, por exemplo, assumir os significados de adição ou consumo, no caso de *input*, ou de rendimento ou resultado, no caso de *output*.

Os mesmos autores ao analisarem o metabolismo industrial, através de uma abordagem de balanço de materiais, desenvolveram um modelo teórico aplicado à escala de um país (EUA), referindo que o mesmo poderá ser aplicado à escala regional. No mesmo documento são apresentadas as características do modelo teórico para a análise dos fluxos de material, formação e eliminação de resíduos na economia nacional (ou regional).

### 2.1.4. A análise de fluxos de energia

Em 1953 é publicada a obra de Eugene Odum “Fundamentos de Ecologia”, onde na sua 2ª edição, são estimados os principais *inputs* e *outputs* de energia e materiais (Odum, 1975), para uma cidade hipotética. Nesta obra, Odum considera que é o fluxo de energia que impulsiona os ciclos de materiais, descrevendo o metabolismo em termos de energia solar equivalente por unidade de recurso (conceito de “emergia”). Com base no trabalho de Odum, Zuchetto (1975) apresenta um estudo, para o Condado de Miami-Dade, tendo em consideração o fluxo de energia e a relação entre a energia e a economia. No seu estudo definiu três categorias, das quais considera que todas as regiões dependem, em maior ou menor grau: “produtos e energia”, “energias naturais” e “*inputs* de capital”. Estas categorias encontram-se interconectadas por um sistema complexo de interações entre os seus componentes, sendo representadas esquematicamente pela simbologia desenvolvida por Odum (1972) para os circuitos de energia e para o qual foram estimados valores para os diferentes fluxos (Figura 2.5).

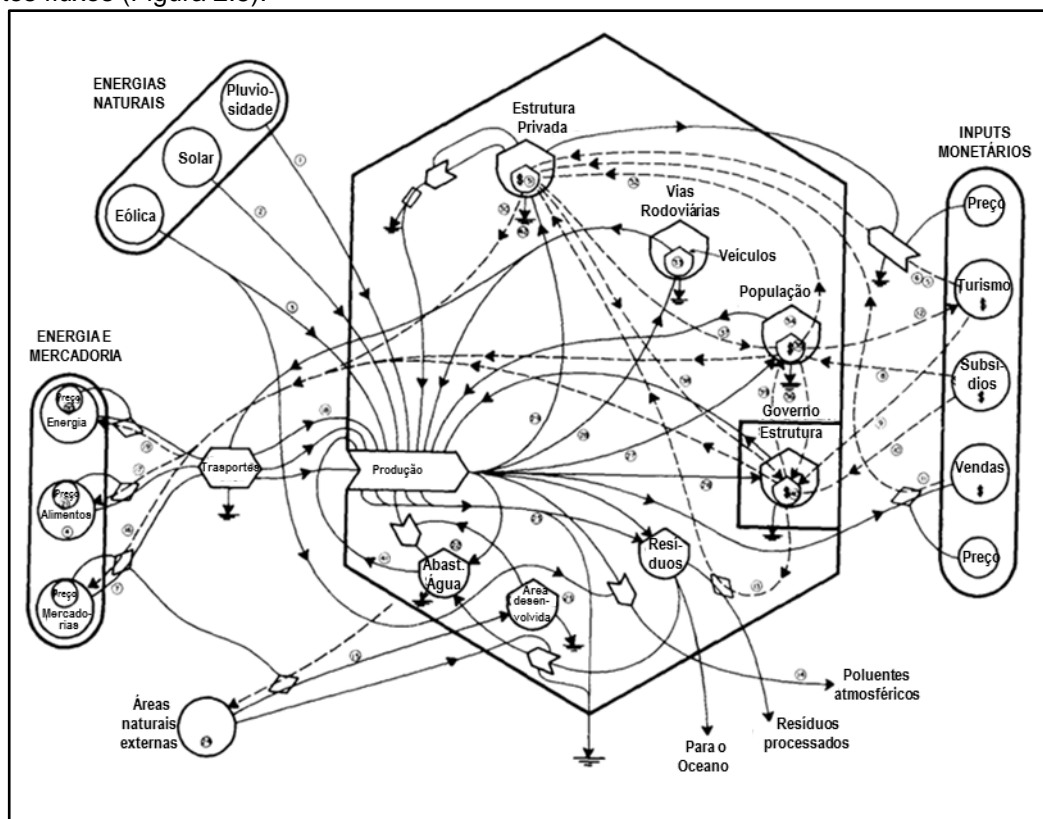


Figura 2.5 – Representação esquemática dos fluxos do sistema urbano do Condado de Miami-Dade (Zuchetto, 1975 – tradução livre).

### 2.1.5. A analogia da área urbana a um ecossistema

Duvigneaud e Denayer-De Smet (1977) analisaram a região de Bruxelas, utilizando o ecossistema como analogia. Estes autores efectuaram o balanço em termos energéticos, água, materiais e resíduos, e apresentaram uma inovadora representação esquemática (Figura 2.6). De acordo com Brunner *et al.* (2004), estes autores mencionam a necessidade de efectuar esforços com vista à manutenção da qualidade de vida da cidade, com base no conhecimento do seu metabolismo urbano.

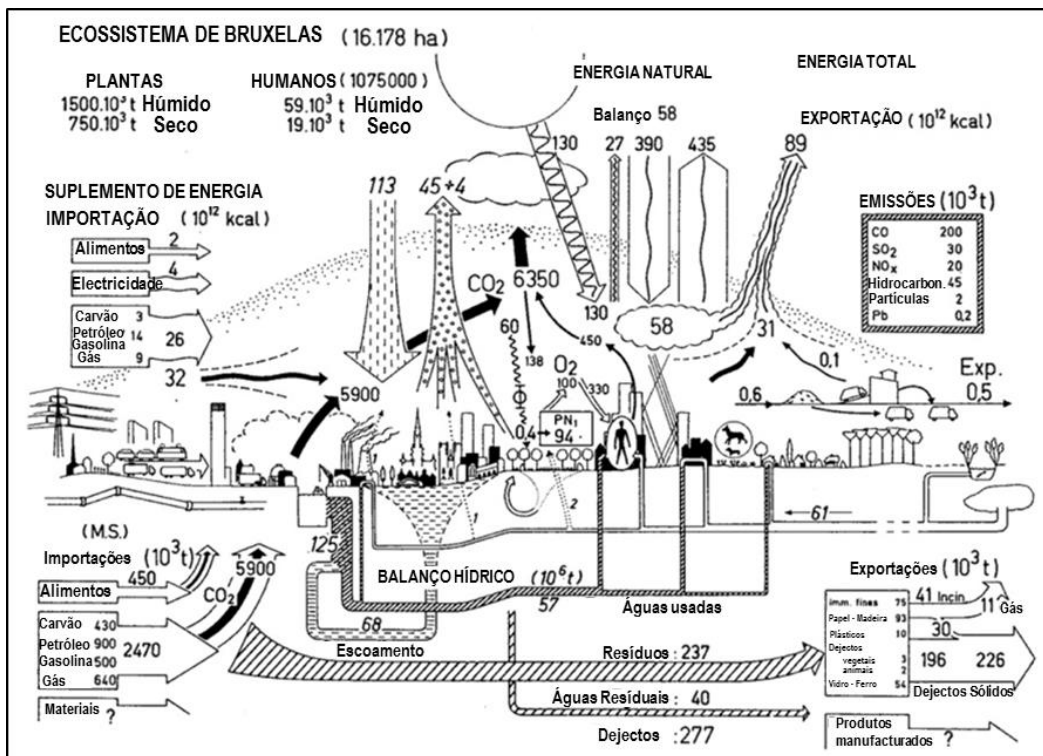
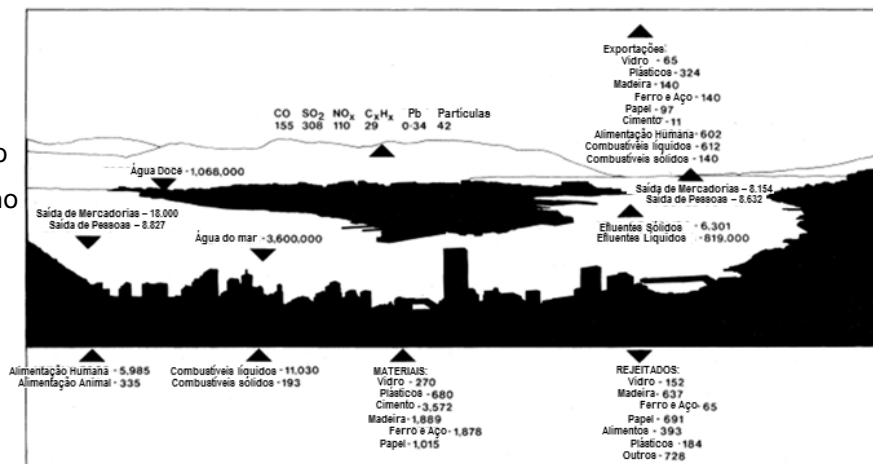


Figura 2.6 – Representação do metabolismo da Região de Bruxelas em 1975. (Duvigneaud e Denayer-De Smet, 1977 – tradução livre).

Newcombe *et al.* (1978) analisaram também segundo uma perspectiva ecossistémica o metabolismo da cidade asiática de Hong Kong (Figura 2.7).

Figura 2.7 – Representação esquemática do metabolismo da cidade de Hong Kong (t/dia) no ano de 1971 (Newcombe *et al.*, 1978 – tradução livre).



Neste estudo é sugerido que a escala de utilização de materiais e energia em Hong Kong tem implicações globais, realçando que cada aglomerado urbano é único, diferindo física e culturalmente de qualquer outro, podendo o seu projecto criar ou excluir opções para a conservação de recursos e reciclagem, sendo enfatizada novamente a necessidade de familiarização com o metabolismo das nossas cidades.

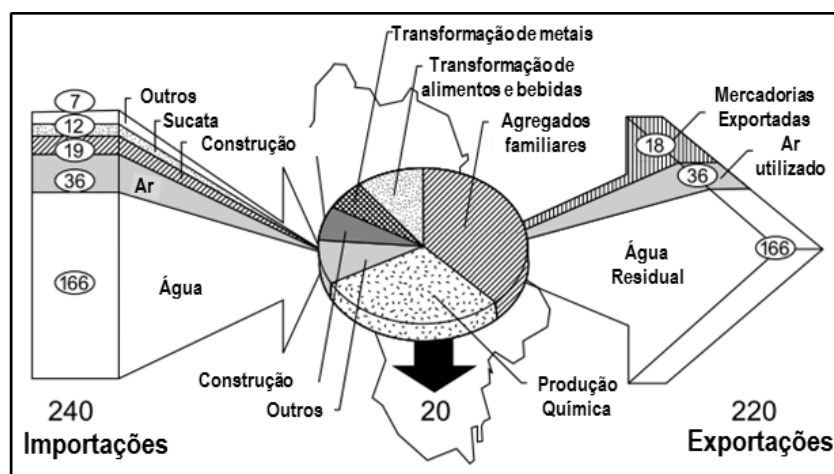
### 2.1.6. A analogia da cidade a um sistema “geoquímico”

Hanya e Ambe (1977), aplicam o termo “sistema geoquímico” a uma cidade asiática, Tóquio. Referem que, tal como a comida que é digerida e convertida através de várias alterações químicas, também os materiais que entram na cidade “reagem”<sup>4</sup> e se modificam de diversas formas. Deste modo, referem que, para caracterizar a cidade em termos de fluxo de materiais e energia, é necessário considerar a própria cidade como um sistema material, devendo as entradas, saídas, transferências e mudanças dos materiais e energia ser objecto de estudo. É aqui mencionada uma limitação que perdura até aos dias hoje: a impossibilidade de medir directamente a quantidade de materiais que entram e saem da cidade, bem como a sua natureza química. Estes têm que ser estimados a partir de dados estatísticos elaborados para outros fins, como seja o transporte de mercadorias, extracção ou importações. Estatísticas deste género foram usadas, por exemplo, no âmbito desta dissertação.

### 2.1.7. O estudo de fluxos específicos de materiais

No estudo de Brunner *et al.* (1994) foram analisados fluxos específicos de fósforo e chumbo e os fluxos regionais de produtos e materiais na região de Bünztal, na Suíça (Figura 2.8). Os autores constataram que nas áreas urbanas os principais fluxos de materiais ocorrem nos alojamentos, pelo que a gestão dos resíduos dos agregados familiares é uma parte muito relevante da gestão dos materiais a nível regional.

**Figura 2.8** – Representação esquemática do metabolismo da Região de Bünztal em t/cap.ano (Brunner *et al.*, 1994 – tradução livre).

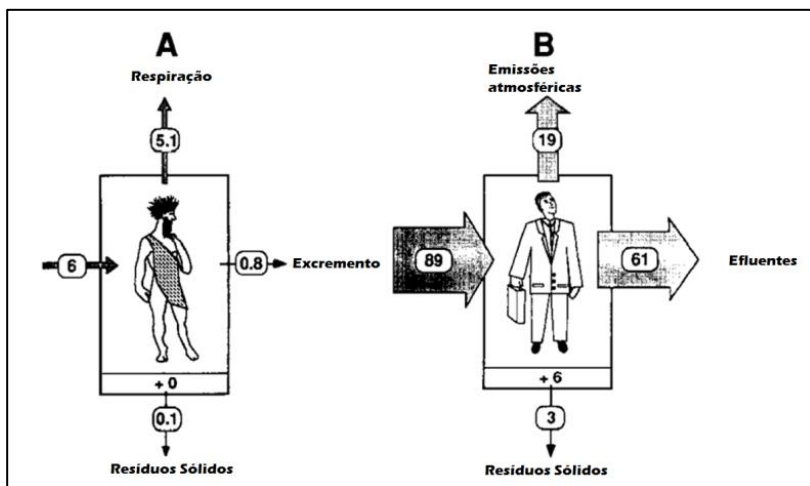


Neste mesmo estudo os autores realizam uma análise do consumo de um humano ao longo do tempo, comparando os fluxos de materiais associados ao homem contemporâneo (1990) com o de um humano no neolítico (Figura 2.9), concluindo que o primeiro tem um consumo e emissões cerca

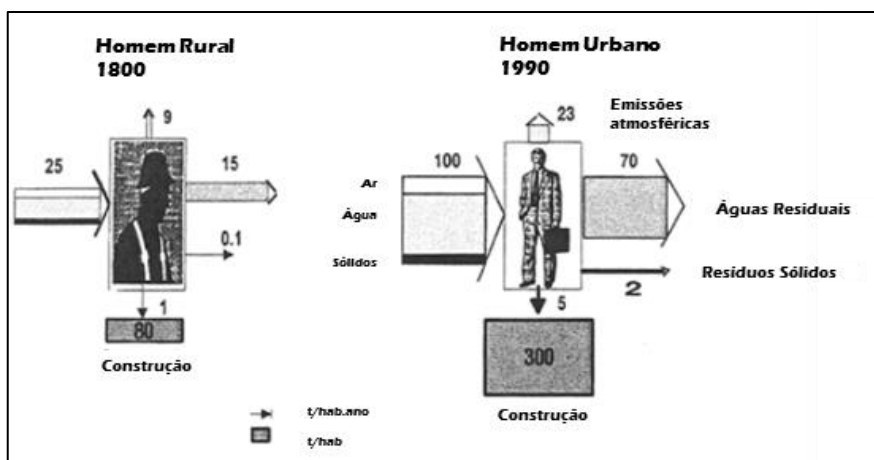
<sup>4</sup> Os materiais não reagem, pelo que o termo utilizado pelos autores “*react*” deve ser entendido como a sua transformação e modificação das suas propriedades.

de quinze vezes superior ao segundo.

Outro autor, Baccini (1996), compara o homem urbano de 1990 com o rural de 1800 (Figura 2.10) concluindo que o consumo e emissões do primeiro é quatro vezes superior. Em Brunner *et al.* (1994) é referido que uma das características com maior destaque do homem moderno é a sua capacidade de explorar, refinar e consumir grandes quantidades de matérias-primas. Previamente, no mencionado estudo de Newcombe *et al.* (1978), havia sido constatado que quando comparado com as aldeias e cidades da era pré-industrial, o ambiente urbano contemporâneo requer uma oferta muito maior de energia e materiais por habitante para satisfazer as necessidades humanas básicas.



**Figura 2.9** – Comparação entre os fluxos de materiais (t/hab.ano) associados a um homem no neolítico (A) e a um homem moderno (B) (Brunner *et al.*, 1994 – tradução livre).



**Figura 2.10** – Comparação entre os fluxos de materiais (t/hab.ano) associados ao homem rural em 1800 e ao homem urbano em 1990 (Baccini, 1996 – tradução livre).

O metabolismo da cidade de Viena, em 1991, foi analisado por Obernosterer *et al.* (1998), sendo que a metodologia aplicada teve por base a desenvolvida por Brunner *et al.* (1994), definindo o sistema em termos de processos ao invés de diversas actividades (sobretudo devido à disponibilidade de dados) (Figura 2.11).

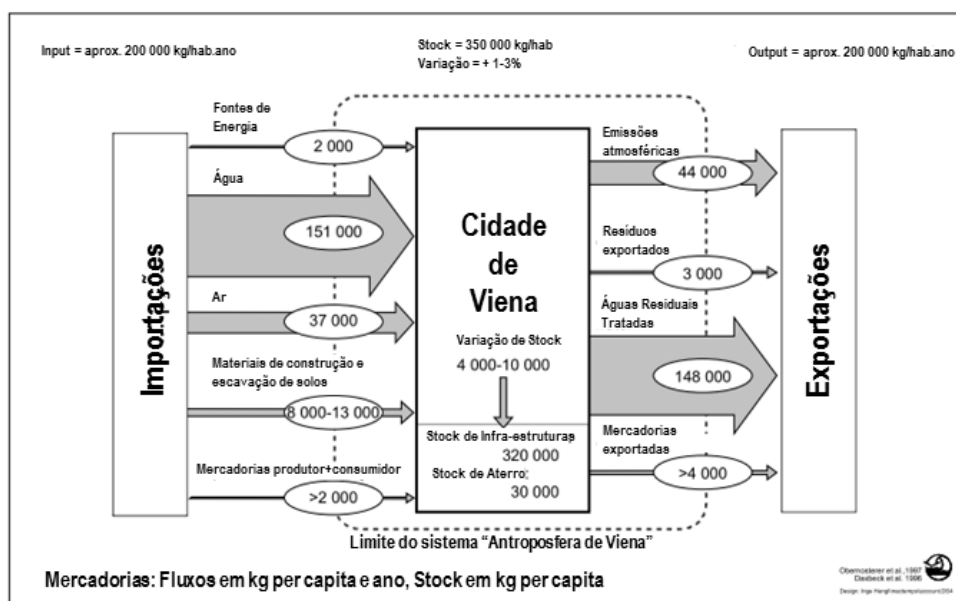


Figura 2.11 – Representação esquemática dos fluxos (kg/hab.ano) e stock (kg/hab) dos produtos na cidade de Viena em 1991 (Oberosterer, 1998 – tradução livre).

Neste estudo foram também descritos aprofundadamente os fluxos entre o ambiente (atmosfera, hidrosfera e pedosfera) e antroposfera (Figura 2.12).

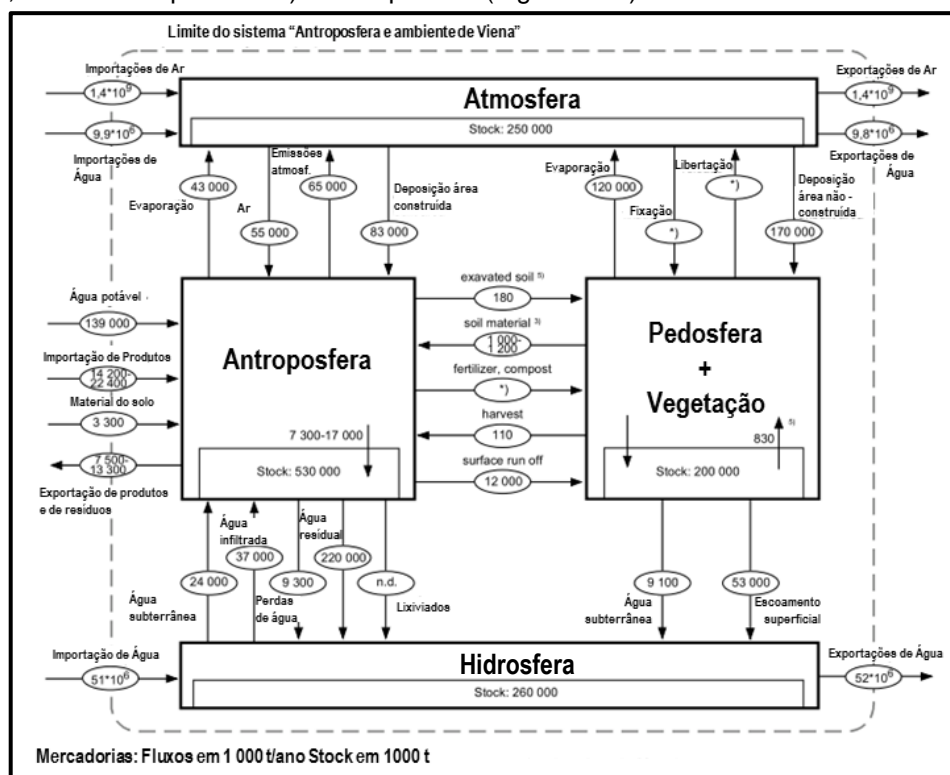
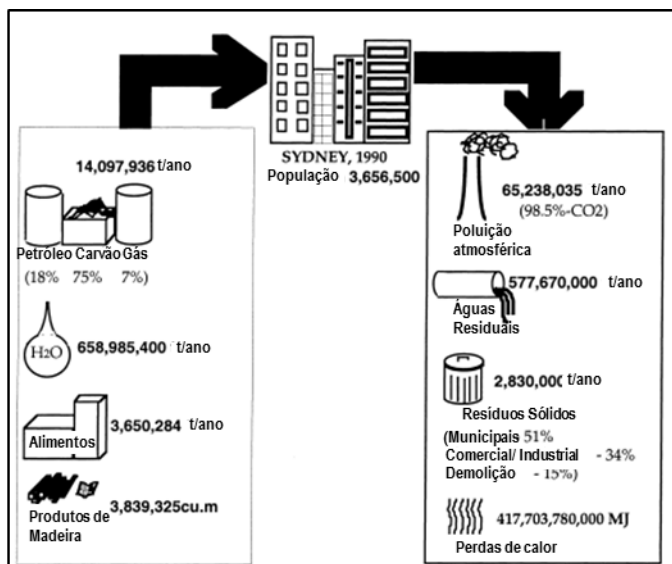


Figura 2.12 – Representação esquemática dos fluxos (1000 t/ano) e stock (1000 t) dos produtos entre o ambiente e a antroposfera da cidade de Viena em 1991 (Oberosterer et al., 1998 – tradução livre).

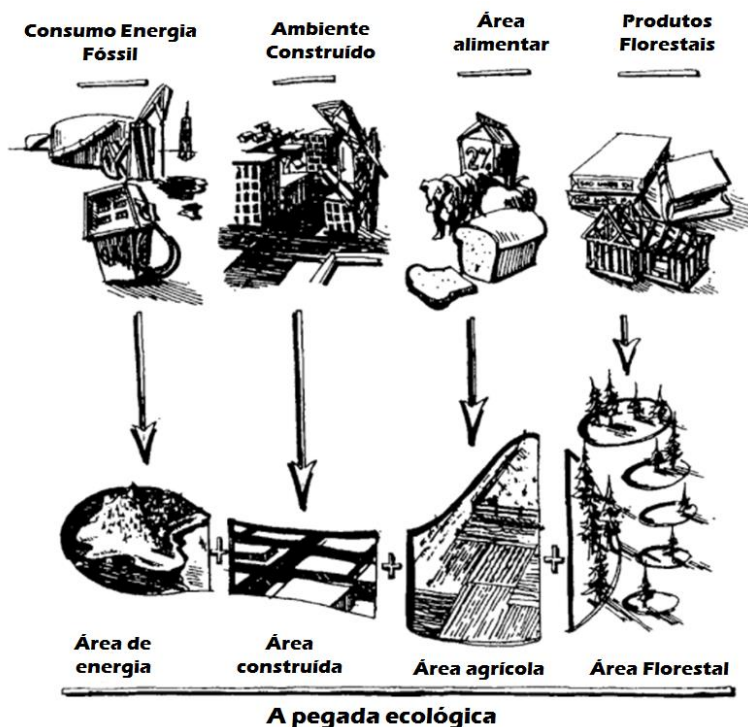
Em 1996 foi aplicado por Newman et al. (1996) o conceito de metabolismo à cidade de Sydney (Figura 2.13), para o período de 1970 e 1990, tendo sido estimados os fluxos de materiais e de água e onde se pode verificar o enorme volume de água comparativamente aos restantes fluxos.



**Figura 2.13** – Representação esquemática dos fluxos (t/ano) de materiais e água da cidade de Sydney em 1990 (Newman, 1999 – tradução livre).

### 2.1.8. O método da pegada ecológica

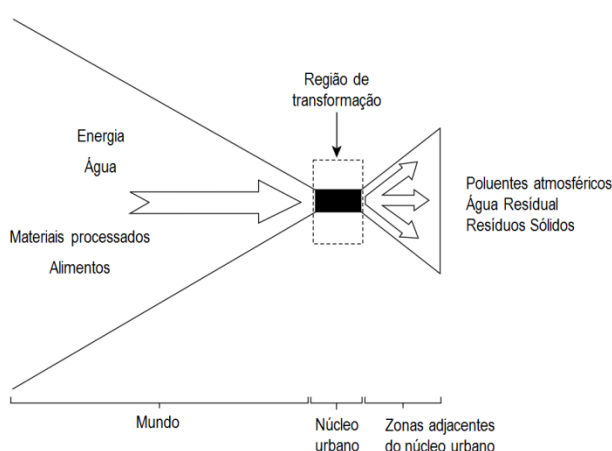
Wackernagel e Rees (1998) sugerem que o consumo humano não é apenas determinado biologicamente, na medida em que na sociedade actual a carga relativa ao metabolismo biológico é significativamente ampliada pelo metabolismo industrial devido à tecnologia. Nesta obra é apresentada a ideia de que, enquanto a maior parte das espécies pouco consomem além da sua alimentação (necessidades primárias), o maior volume do consumo material pelos humanos consiste em produtos não alimentares (e.g. roupa, automóveis, energia). Nos países industrializados esse consumo material é positivamente incentivado pela cultura do consumismo e apenas limitado pelo poder de compra. É neste contexto que surge o método da pegada ecológica definido para uma dada população ou economia como a área de terra produtiva (e água), em diversas categorias (e.g. terra de cultivo, pastagens, florestas), necessária para, numa base contínua, fornecer toda a energia e recursos materiais consumidos e absorver todos os resíduos eliminados (Figura 2.14).



**Figura 2.14** – Conversão do consumo em área, de acordo com o conceito de Pegada Ecológica (Wackernagel e Rees, 1998 – tradução livre).

### 2.1.9. A cidade como um organismo e a definição de metabolismo urbano

Graedel (1999) adianta que as cidades enquanto centros de população e de actividade humana centralizam também o fluxo de materiais e sugere que a cidade pode ser vista como um organismo cujos fluxos metabólicos (nutrientes, energia, armazenamento, resíduos) e impactes ambientais dos resíduos deverão ser analisados. É destacado por este autor o fenómeno da retenção de material durante longos períodos de tempo nas cidades (e.g. os materiais de construção incorporados nos edifícios). Segundo a representação de Graedel (Figura 2.15) os materiais são transportados desde o resto do mundo até ao núcleo urbano onde são transformados para que se possa sustentar a própria população, sendo posteriormente emitidos como resíduos para as zonas adjacentes.



**Figura 2.15** – Fluxos genéricos de materiais do metabolismo urbano (Graedel, 1999 – tradução livre).

Kennedy *et al.* (2007) mencionam que a vitalidade das cidades depende, para além das redes globais de recursos, das relações espaciais com os *hinterlands* circundantes. As *hinterlands* assumem particular importância nas cidades europeias, tendo Obernosterer *et al.* (1998) verificado com o seu estudo para a cidade de Viena a forte dependência da cidade relativamente à sua *hinterland*, quer em termos de proveniência de materiais quer para emissão de resíduos.

A definição actualmente mais citada de metabolismo urbano, surge no entanto já no século XXI por Kennedy *et al.* (2007) que o definem como: a soma total dos processos técnicos e sócio-económicos que ocorrem nas cidades, resultando em crescimento, produção de energia, e eliminação de resíduos. O mesmo autor refere que o estudo do metabolismo urbano deve contemplar um panorama geral, em termos de quantificação de *inputs*, *outputs* e armazenamento de energia, água, nutrientes, materiais e resíduos (Kennedy *et al.*, 2011).

Niza *et al.* (2009), adiantam um conceito que vai de encontro ao proposto por Graedel (1999) e à origem da utilização do termo metabolismo na fisiologia por Schwann em 1839, ao considerar que um dos melhores modos de abordar a sustentabilidade de uma cidade, região ou país envolve a sua análise como se faria para um organismo vivo. Caracteriza-se assim o seu metabolismo considerando-o como um sistema complexo que, para manter as suas funções vitais, consome matéria e energia e que depois de o fazer acumula materiais e descarrega os resíduos de

diversas formas, frequentemente gerando impactes ambientais negativos.

Os mesmos autores referem que a cidade, enquanto organismo, nunca será auto-sustentável pois virtualmente todas as cidades assentam em mercadorias de outros lugares (e.g. alimentação, combustível, materiais) sendo as cidades, por excelência, lugares de transacção. Estas transacções, fruto do crescimento das cidades e da evolução nas tecnologias de transporte, são feitas com recursos que se deslocam de distâncias cada vez maiores entre origem e destino. Este facto de as importações registarem um aumento indica que a economia Portuguesa está progressivamente a “deslocalizar” os seus impactes para outros países que servem de fornecedores de materiais (Niza, 2007).

À semelhança, Kennedy *et al.* (2011) sugerem que as cidades são similares a organismos, pois consomem recursos da sua envolvente e expelem resíduos. Os mesmos autores sugerem mesmo que as cidades podem ser consideradas como ecossistemas, em virtude de serem mais complexas do que um simples organismo, sendo elas próprias o lar de uma série de organismos, nomeadamente humano, animal e vegetal (ao encontro às abordagens descritas no capítulo 2.1.5). Anteriormente, Decker *et al.* (2000) tinham adiantado o conceito de que as cidades transformam matérias-primas, combustível e água em ambiente construído, biomassa humana e resíduos. Esta mesma ideia foi transmitida por Hendriks *et al.* (2000), onde é referido que as regiões, tal como os organismos biológicos e ecossistemas, também têm um metabolismo, e são caracterizadas por uma elevada taxa metabólica. Induzem elevados fluxos de materiais e de energia devido às elevadas densidades populacionais e aos seus, relativamente densos, *stocks* de material.

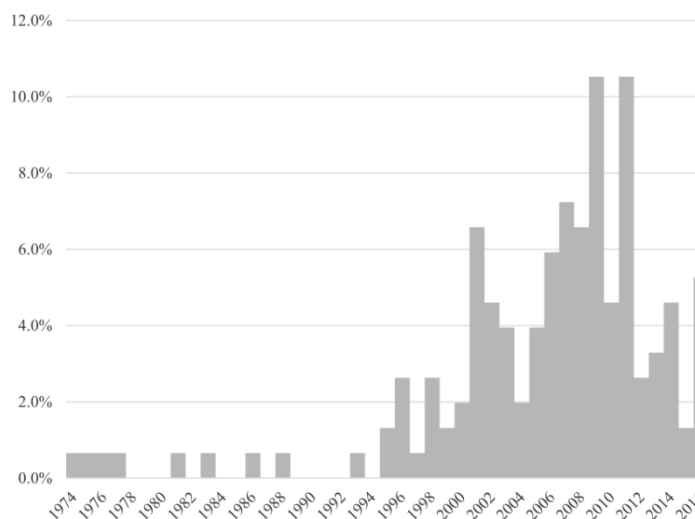
Mais recentemente, seguindo a lógica do alargamento das áreas abrangidas pelos estudos de metabolismo urbano e a adopção de métodos híbridos (*vide* capítulo 2.1.10), têm surgido novas definições, como seja a de Currie e Musango (2016) onde o metabolismo urbano corresponde ao conjunto de processos sócio-tecnológicos e sócio-ecológicos através dos quais os fluxos de materiais, energia, população e informação modelam a cidade, atendem às necessidades da sua população e têm impacte sobre as zonas envolventes.

Em termos de campo de análise, Graedel (1999) destaca que o metabolismo urbano não depende somente do próprio “organismo urbano”, mas também da sua localização, estilo de vida dos seus habitantes e ambiente envolvente. Tal como Fischer-Kowalski (1998) tinha identificado o uso do conceito em diferentes áreas do conhecimento, Graedel indica que o metabolismo urbano se enquadra não só no âmbito da ecologia industrial, mas também em planeamento urbano, ecologia urbana e ciências sociais.

### 2.1.10. Estudos de metabolismo urbano e abordagens metodológicas

Barles (2010) refere de que após alguns estudos na década de 70, o interesse no metabolismo urbano praticamente desapareceu na década seguinte, tendo reemergido na década de 90. Pela Figura 2.16, verifica-se este acréscimo essencialmente, no final da década de 90 com um crescimento significativo desde então.

**Figura 2.16** – Estudos de metabolismo urbano publicados (%) por ano, 1974-2016 (Beloin-Saint-Pierre *et al.*, 2017).

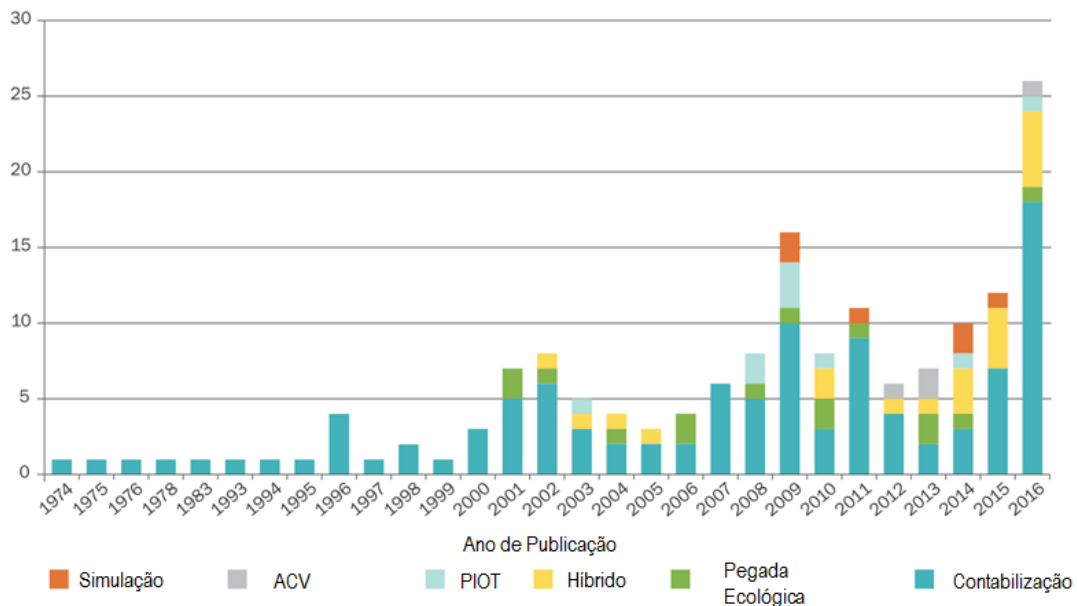


Beloin-Saint-Pierre *et al.* (2017) referem que, para mais de 150 estudos analisados, foram abrangidas mais de 60 cidades, com predominância para as cidades asiáticas (65 estudos para mais de 10 cidades) e Europa (49 estudos para mais de 28 cidades).

Barles (2010) identifica quatro abordagens metodológicas na literatura: análise dos fluxos de materiais, análise dos fluxos de substâncias, análise dos fluxos de energia e pegada ecológica. A análise de fluxos de substâncias (SFA, acrónimo inglês para *Substance Flow Analysis*), procede à análise do fluxo material de apenas uma substância ou de um grupo limitado de substâncias para o sistema em estudo.

De acordo com Beloin-Saint-Pierre *et al.* (2017) a abordagem mais popular entre os estudos na área do metabolismo urbano no período de 1974-2016 foi a “análise de fluxos” de materiais e substâncias, com 43 estudos. Segue-se a análise energética (23 estudos), pegada ecológica (11 estudos), acrescentando à lista de abordagens metodológicas de Barles (2010), a metodologia *input-output* (8 estudos), avaliação de ciclo de vida (5 estudos), análise de rede (5 estudos) e os métodos híbridos (14 estudos), que combinam os métodos anteriores.

Num outro estudo, Musango *et al.* (2017) identificaram 160 estudos, à escala da cidade ou região, onde se verifica, à semelhança de Beloin-Saint-Pierre *et al.* (2017), que o método predominante é o da contabilização de fluxos de materiais (Figura 2.17).



**Figura 2.17** – Número de estudos publicados anualmente (1974-2016) de metabolismo urbano por tipo de abordagem metodológica (Musango *et al.* 2017 – tradução livre).

Fazendo uma breve referência às abordagens metodológicas atrás referidas e ainda não descritas no âmbito desta dissertação:

- A análise input-output, mais especificamente as tabelas físicas de *input-output* (PIOT, acrónimo inglês de *Physical Input-Output Tables*), conforme descrição do Eurostat (2001), descreve os fluxos de materiais e energia no interior do sistema económico e entre este e a natureza. Niza (2007) refere que esta descrição é realizada a partir das relações entre os diferentes sectores económicos ao longo da cadeia de produção e possibilita a quantificação dos materiais resultantes. A PIOT, de acordo com Eurostat (2001), requer a combinação entre as unidades monetárias das estatísticas económicas e as unidades físicas (e.g. toneladas) das estatísticas ambientais, sendo a sua implementação uma tarefa bastante morosa e trabalhosa;
- A avaliação de ciclo de vida (ACV), de acordo com a definição de Lindfors *et al.* (1995) consiste no processo para avaliar a sobrecarga ambiental associada a um sistema de produção, ou actividade, descrevendo quantitativamente os materiais utilizados e resíduos emitidos para o ambiente. Tem como objectivo avaliar os impactes da utilização desses materiais e energia e suas emissões para o ambiente;
- A análise de rede, conforme definição de Fath e Patten (1999) estuda os objectos como parte de um sistema conectado e possibilita a identificação e quantificação de efeitos directos indirectos sobre este sistema, sendo uma aplicação ambiental da análise *input-output*. A análise de rede ecológica efectua uma desagregação do ecossistema em nós da rede, caminhos entre os nós e fluxos ao longo desses caminhos (Zhang *et al.*, 2012);
- A Simulação, comporta como métodos mais relevantes, de acordo com Musango *et al.* (2017), para a análise do metabolismo urbano a dinâmica de sistemas e a *agent-based*

*modelling*. Para os mesmos autores, o primeiro destina-se a compreender o comportamento dos sistemas ao longo do tempo, identificando as interações e resposta entre os elementos e combinando análise quantitativa e qualitativa. Já os *agent-based models* analisam as interações entre as entidades e o ambiente procurando identificar comportamentos padrão;

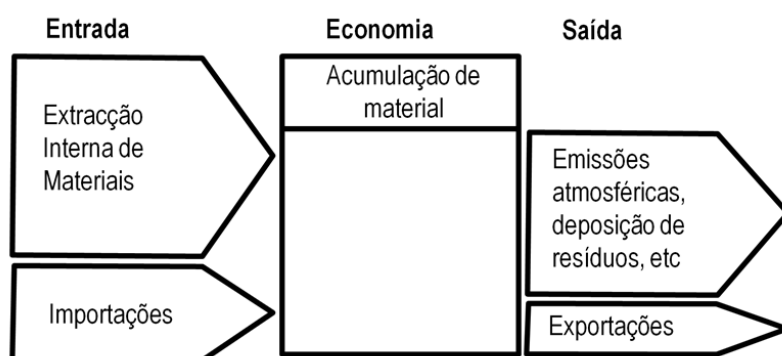
- Os métodos híbridos são uma extensão dos métodos anteriores para a inclusão de indicadores de bem-estar social, ou para fornecer indicadores ambientais ou sustentabilidade mais detalhados (Musango *et al.*, 2017).

Verifica-se pelo que foi apresentado, o desenvolvimento de inúmeras abordagens e metodologias que: analisam fluxos de materiais ou fluxos de energia; consideram todo o sistema económico (MFA) ou as principais actividades económicas (PIOT); centram-se num fluxo específico de material (SFA) ou na totalidade do processo de produção (ACV); têm por base a capacidade de carga dos sistemas ecológicos (Pegada Ecológica) ou uma componente qualitativa (dinâmica de sistemas e *agent-based model*); analisa o sistema como uma rede (análise de rede); são abordagens híbridas.

## 2.2. Metodologia de contabilização de fluxos de materiais (CFM)

Em 2001 é lançado pelo Eurostat o guia metodológico para a CFM e realização de balanços materiais à escala do país, harmonizando a terminologia, conceitos, métodos e contabilização. É utilizado pelos Estados-Membros da UE e transmitido anualmente ao Eurostat no âmbito das contas económicas europeias do ambiente, podendo-se facilmente compilar e comparar resultados entre os Estados-Membros.

Com a CFM é possível quantificar as entradas físicas e acumulação material numa economia, bem como as saídas para outras economias ou ambiente, providenciando informação acerca do material e energia que entra e sai de uma sociedade/ economia (Figura 2.18).



**Figura 2.18** – Âmbito da CFM (Eurostat, 2001 – tradução livre)

Na definição dos limites do sistema, para o qual se efectua a contabilização, é recomendado pelo Eurostat que possam ser definidos por duas formas: 1) por extracção dos materiais primários do ambiente nacional e descarga dos materiais no ambiente nacional; 2) pelo limite administrativo que determina os fluxos de materiais para e do resto do mundo (importações e exportações). Este aspecto é particularmente relevante na medida em que só serão contabilizados os fluxos que

atravessem os limites estabelecidos, não se contabilizando os fluxos que possam ocorrer no interior do próprio sistema.

O princípio do balanço de materiais, válido para processos de produção ou consumo, empresas e economias nacionais e regionais, de acordo com Eurostat (2001), assenta na Lei da Conservação da massa, também conhecida por Lei de Lavoiser, formulada por Lomonosov e Lavoiser no século XVIII: a matéria, num sistema isolado não é criada nem destruída por reacções químicas ou transformações físicas. Deste modo, o somatório das entradas no sistema deve ser igual ao somatório das saídas com os materiais acumulados (Equação 2.1). Tal significa que tudo o que entra no sistema ou é acumulado ou o abandona.

$$\sum \text{Entradas} = \sum \text{Saídas} + \sum \text{Material Acumulado} \quad \text{Equação 2.1}$$

As entradas referem-se à extracção interna de materiais e às importações e as saídas às exportações e às emissões para o ambiente (Equação 2.2). Os acréscimos líquidos às existências de materiais (NAS, acrónimo inglês para *Net Additions to Stock*), também designados por acumulação em *stock*, corresponde aos activos de fabricação humana (infra-estruturas, edifícios e bens de consumo duráveis).

$$\sum \text{Importações} + \sum \text{Extracção Interna de Materiais} = \sum \text{Exportações} + \sum \text{Emissões} + \sum \text{Material Acumulado} \quad \text{Equação 2.2}$$

As importações e exportações, no caso de uma região ou área urbana, torna a CFM mais complexa do que a nível nacional na medida em que é necessário contabilizar quais as que são nacionais (restante território nacional) e internacionais.

A extracção interna (ou extracção doméstica) de materiais consiste nas entradas de materiais provenientes do ambiente para a economia, extraídos ou movimentados pelos humanos ou com recurso à tecnologia (Eurostat, 2013). Estes materiais têm dois possíveis destinos: indústrias transformadoras ou para consumo directo.

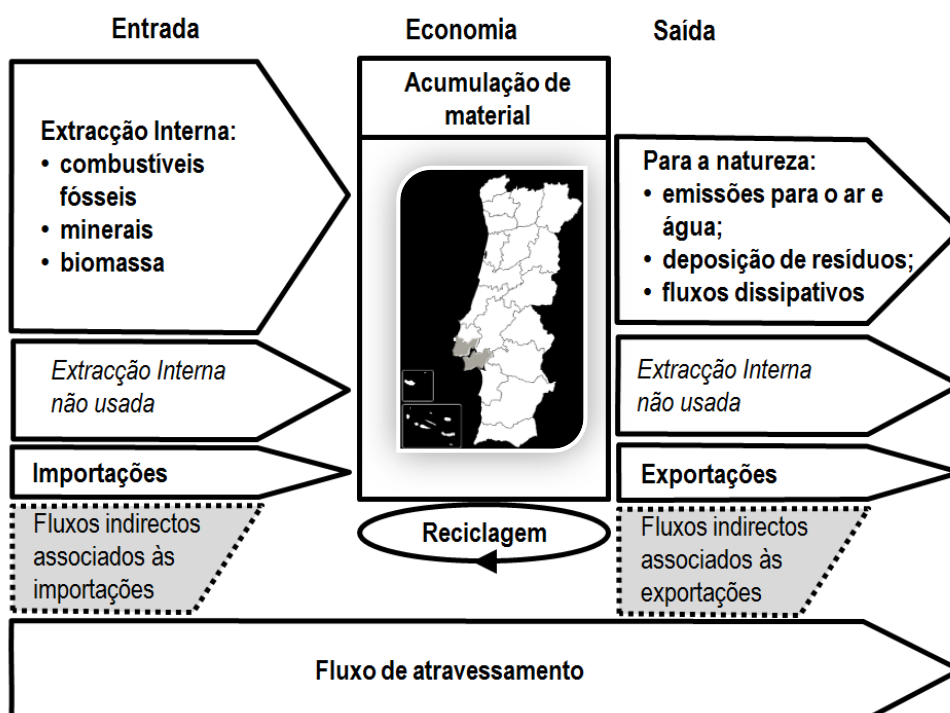
Entre os materiais extraídos há que distinguir entre os materiais usados e os não usados pela economia mas, como referido anteriormente, os “não utilizados” não são contemplados pela CFM (2013, Eurostat), pelo que apenas são considerados os materiais usados que adquirem o estatuto de produto. Já os fluxos indirectos, conforme Niza (2007), referem-se ao peso dos produtos mas sem ter em conta a dimensão do ciclo de vida associado às cadeias de produção respectivas, encontrando-se associados às importações e exportações sem terem sido efectivamente transaccionados, podendo representar as necessidades materiais para fabricação e entregados produtos na fronteira nacional.

Um outro fluxo é o de atravessamento que corresponde às mercadorias que atravessam a área em análise antes de atingirem o seu destino e que não são para consumo endógeno, podendo causar a sobrestimação dos valores em áreas onde se faça sentir o “efeito Porto de Roterdão”, como

é o caso da cidade de Lisboa (Niza, 2009).

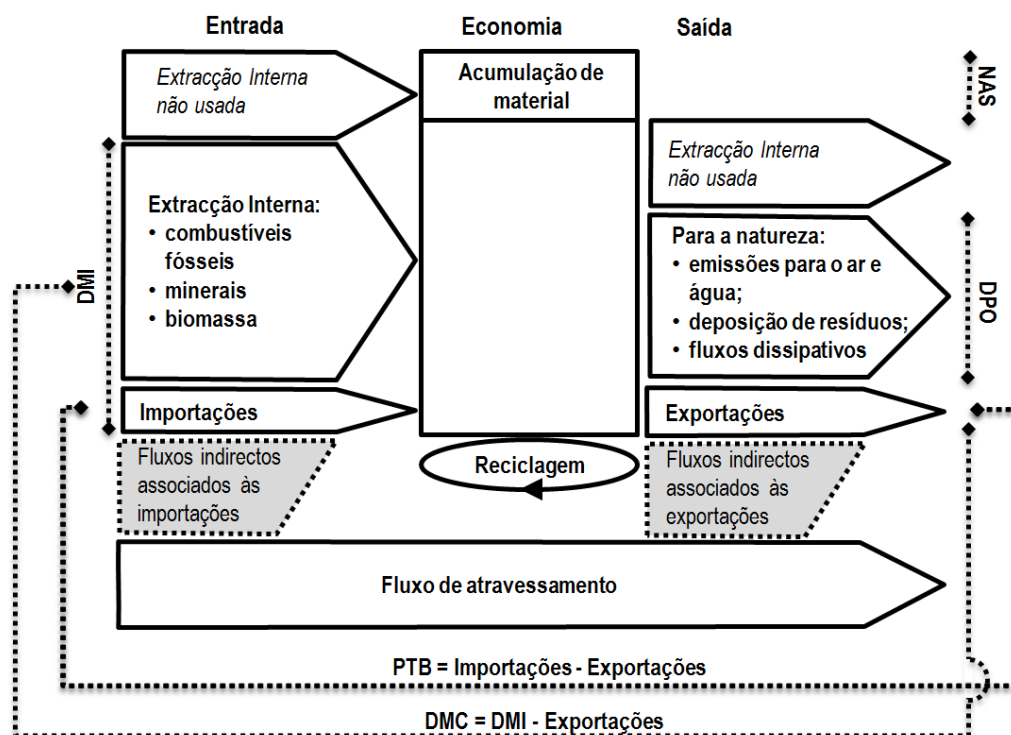
Na Figura 2.19 apresenta-se uma representação esquemática dos fluxos considerados para a realização de uma CFM e que resultam do consumo e produção que ocorra na área em análise e aos quais poderão ser aplicados indicadores de entrada, consumo e saída, conforme definido pela metodologia do Eurostat (2001).

De notar na Figura 2.19 a exclusão dos fluxos de água e ar, pois, por exemplo, para o caso das emissões de dióxido de carbono, conforme Eurostat (2001), num processo de combustão para efeitos de balanço ou se estima o oxigénio como entrada ou caso contrário as emissões de CO<sub>2</sub> são somente descritas em quantidade de carbono. Caso tal não seja considerado pode conduzir a uma grande diferença de peso entre os combustíveis à entrada e as emissões à saída (27% do peso total das emissões de dióxido de carbono são de carbono, os restantes 73% é oxigénio). Relativamente à água é recomendado, em Eurostat (2001), que a sua contabilização seja efectuada separadamente, exceptuando água que seja contabilizada no balanço de materiais (e.g. água contida em biomassa, vapor de água da combustão). O motivo para tal recomendação deve-se ao enorme volume de água comparativamente aos restantes, o que poderia induzir a incorrectas interpretações de resultados e indicadores.



**Figura 2.19** – Esquema geral de uma CFM, excluindo os fluxos de água e ar (Eurostat, 2001 – adaptado)

Na Figura 2.20 apresenta-se uma representação esquemática dos indicadores estimados na CFM elaborada no âmbito da presente dissertação.



**Figura 2.20** – Representação esquemática dos indicadores considerados na realização da CFM.

Como indicador de entrada destaca-se a Entrada Directa de Materiais (DMI, acrónimo inglês para *Direct Material Input*) que corresponde a todos os materiais com valor económico e que são utilizados nas actividades de produção e consumo e que é obtido pela soma da extracção interna de materiais (usada) com as importações.

Quanto ao consumo, o indicador Consumo Interno de Materiais (DMC, acrónimo inglês para *Domestic Material Consumption*) mede a quantidade total de material utilizado directamente na economia, sendo obtido pela diferença entre o DMI e as exportações.

No que respeita à saída de materiais, destaca-se as Emissões Internas de Materiais (DPO, acrónimo inglês para *Domestic Processed Output*) que são definidas como o fluxo de material que segue para o ambiente, após a sua utilização na economia local, incluindo as emissões para o ar, água, resíduos para deposição final e fluxos dissipativos. Os fluxos de materiais reciclados na economia não são incluídos por forma a evitar a dupla contabilização, dado que estes serão incluídos novamente nos processos de produção e consumo.

Dentro da categoria do consumo merecem destaque dois indicadores relacionados com a acumulação e o balanço comercial, respectivamente:

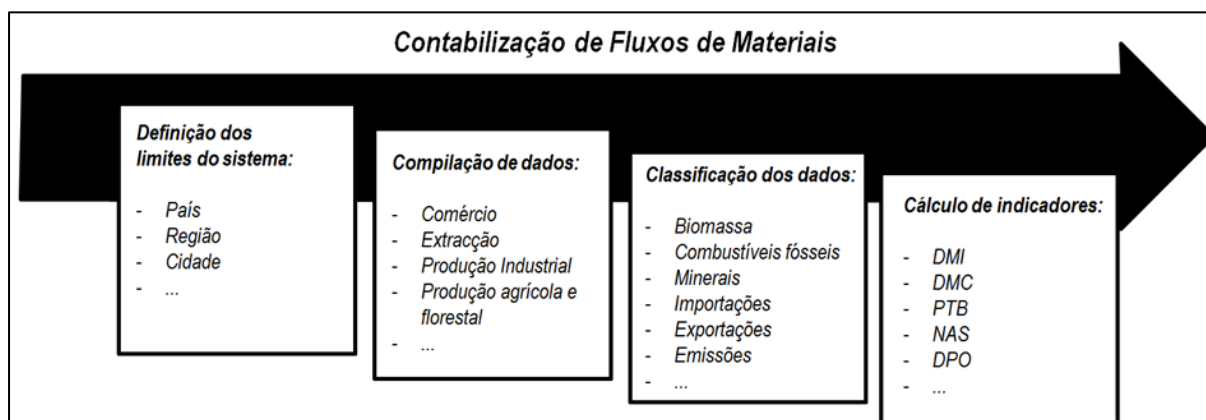
- O Acréscimo Líquido às Existências de Materiais (NAS, acrónimo inglês para *Net Addition to Stock*) que mede o crescimento físico da economia, ou seja, a acumulação de materiais, sendo que os materiais referem-se aos incluídos em edifícios e outras infra-estruturas bem

como em bens de longa duração (como carros, máquinas industriais ou electrodomésticos);

- Balança Comercial Física (PTB, acrónimo inglês para *Physical Trade Balance*) que mede o défice ou excedente das trocas físicas e que corresponde à diferença entre as importações e as exportações. Como Niza (2007) referiu, este cálculo é efectuado de forma inversa ao que ocorre nas balanças comerciais monetárias e que traduz o facto de nas economias o dinheiro e os bens se movimentarem em direcções opostas.

De referir que não foram mencionados indicadores relacionados com a extracção doméstica não usada, conforme definido pelo Eurostat, pois a extracção de materiais não utilizados não é contemplada pela CFM (Eurostat, 2013). Estes materiais referem-se aos que são extraídos sem a intenção de os utilizar (Eurostat, 2001). Exemplos de materiais não usados são o solo e a rocha escavados durante uma construção, as partes não utilizadas do abate na silvicultura, as capturas não utilizadas na pesca ou as partes não utilizadas da colheita da palha na agricultura ou o gás natural queimado ou ventilado. Os materiais não usados são materiais que não são economicamente relevantes (como materiais) e, portanto, não são na maior parte dos casos observados estatisticamente (Eurostat, 2001).

Para a implementação da metodologia do Eurostat são necessários quatro passos, conforme Rosado (2012) identificou, e que se apresentam na Figura 2.21.



**Figura 2.21** – Passos para a implementação da CFM de acordo com a metodologia do Eurostat (2001) (Rosado, 2012 – adaptado).

### 2.3. Funcionamento geral e aplicabilidade do Modelo UMan

Se já existe uma metodologia padronizada para a CFM à escala nacional estabelecida pelo Eurostat (2001), tal ainda não acontece a nível regional e local. Apesar de já existirem diversos estudos a diferentes escalas e com recurso a diferentes metodologias e modelos, no âmbito da presente dissertação a metodologia adoptada teve por base o modelo UMan desenvolvido por Niza *et al.* (2009) e Rosado *et al.* (2014). O motivo para tal escolha prende-se com o facto de ser, até ao momento, a única metodologia desenvolvida que permite contabilizar e desagregar os fluxos de materiais por mercadorias, actividade económica e tipo de materiais, até à escala regional ou

municipal. No desenvolvimento de tal modelo os autores procuraram, sempre que possível, adaptar a metodologia do Eurostat (2001) às escalas referidas. Para além disso, o modelo UMAN procurou colmatar diversas lacunas identificadas por diversos autores nos métodos de contabilização de materiais existentes (Tabela 2.1).

**Tabela 2.1** - Contributo do modelo UMAN para colmatar as limitações das metodologias existentes (adaptado de Rosado *et al.*, 2014).

Limitação	Contributo do modelo UMAN
1 - Inexistência de uma metodologia uniforme	Utiliza dados estatísticos disponibilizados pela OCDE e Eurostat, apresentando potencial para ser aplicado em outras áreas na UE.
2 - Escassez de dados relativos a fluxos de materiais ao nível urbano	Ao utilizar de dados estatísticos nacionais aliados a dados regionais permite o cálculo do consumo em áreas metropolitanas, fornecendo um meio de estabelecer padrões de consumo para áreas urbanas.
3 - Desagregação limitada nos tipos de materiais	Desagrega e harmoniza tipos de materiais, utilizando uma base de dados relativa à composição material das categorias de mercadorias, e a sua contabilização permite estimar fluxos para 28 categorias de materiais.
4 - Resolução limitada do consumo por actividade económica	Utiliza as estatísticas de transporte nacional e de comércio internacional para atribuir as actividades económicas a cada transacção de mercadorias.
5 - Compreensão limitada do destino e origem dos fluxos	Identifica quais as mercadorias consumidas por cada actividade económica, combinando a sua composição em termos de materiais com a fase no ciclo de vida em que se encontram.
6 - Reduzida compreensão das dinâmicas de acumulação de <i>stock</i>	Possibilita a contabilização da quantidade potencial de materiais que deixam de estar acumulados em <i>stock</i> anualmente.
7 - Reduzido conhecimento da magnitude dos fluxos de atravessamento	Estima os fluxos de atravessamento provenientes de importações e exportações faz parte do procedimento de contabilização de fluxo de materiais.

A principal desvantagem, que é inerente a qualquer metodologia que pretenda desenvolver CFM à escala regional ou municipal, é a falta de dados e a necessidade de os extrapolar.

Rosado *et al.* (2014) organizam o modelo em quatro componentes principais (Figura 2.22): Plataforma, Estatísticas, *Plugins* e o *Calculator*. A “Plataforma” corresponde às bases teóricas do modelo que permitiram adaptar o CFM a partir do método do Eurostat (2001) e as “Estatísticas” correspondem aos dados necessários para os cálculos do modelo.

Os *Plugins* são as conversões contidas na base de dados ProdChar (acrónimo inglês para *Products Characterization*) que caracteriza as mercadorias na NC em termos da sua composição material, fase de ciclo de vida e tempo de residência, que se apresentam seguidamente:

- A matriz de composição material possibilita a distribuição de cada categoria de mercadoria nas categorias de materiais que a constituem, ao apresentar para cada categoria de mercadoria a sua distribuição em termos de peso, por categoria de material. Para tal, utiliza a nomenclatura MatCat (acrónimo inglês para *Material Categorization nomenclature*), que engloba 6 categorias de materiais principais (combustíveis fósseis, minérios metálicos, minerais não-metálicos, biomassa, químicos e fertilizantes, outros) e 28 subcategorias;
- A matriz de fase de ciclo de vida, indica para cada categoria de mercadoria qual o seu posicionamento em termos de ciclo de vida, apresentando uma estimativa para cada categoria da sua percentagem em cada fase do ciclo de vida (matéria-prima, produção animal, produto intermédio, produto final);

- A matriz de tempo de residência, apresenta para cada categoria de mercadoria o tempo que o produto permanece com utilidade no sistema económico. Permite calcular o NAS e a sua composição a partir dos produtos que permanecem mais do que um ano na economia;

O *Calculator* operacionaliza o modelo através das componentes atrás descritas e envolve quatro passos: contabilização de fluxos de materiais; acréscimo líquidos às existências de materiais; distribuição das mercadorias pelas actividades económicas; desagregação espacial das mercadorias e materiais (por exemplo, da escala regional para a municipal).

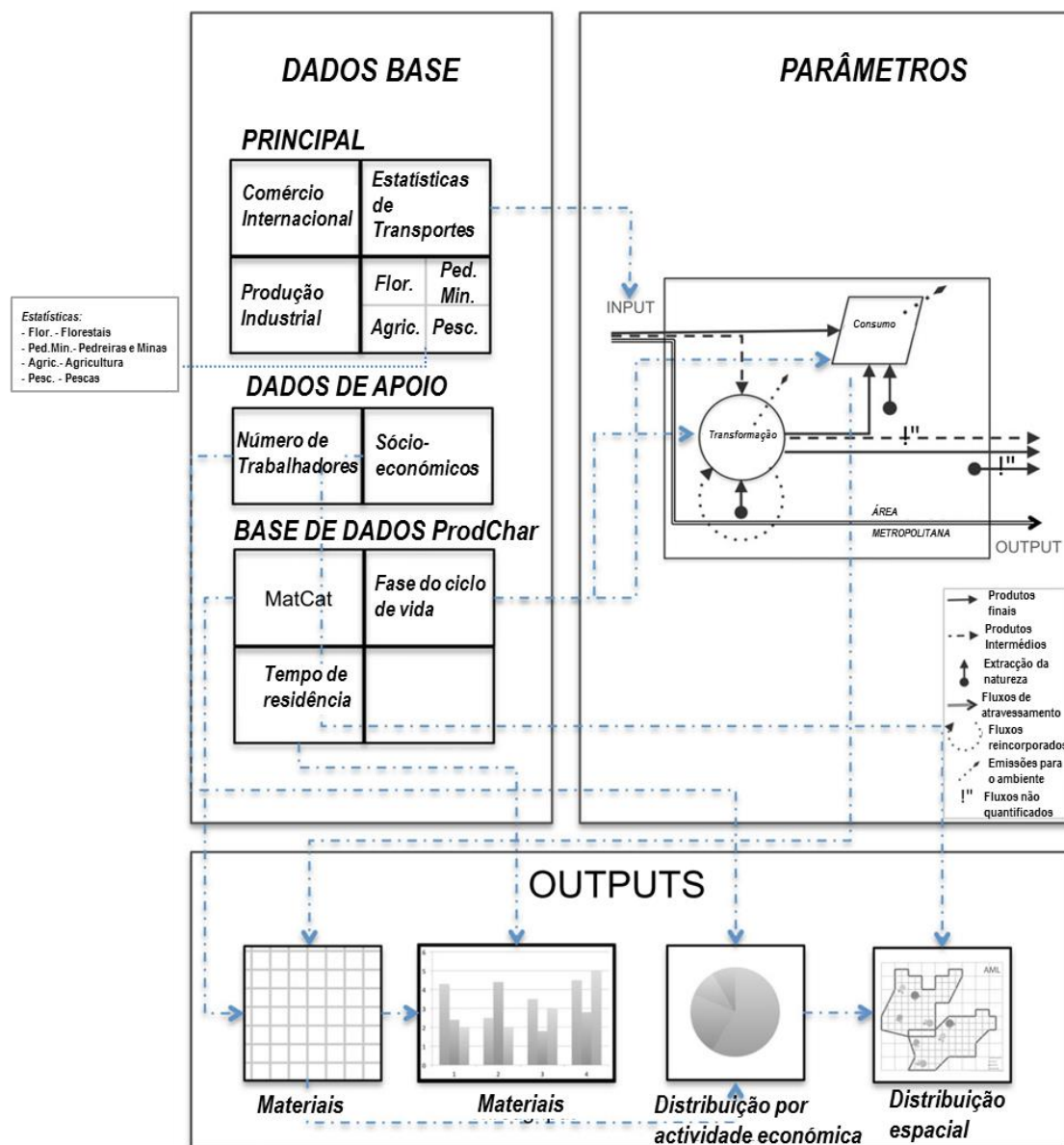


Figura 2.22 – Principais componentes do Modelo UMan (Rosado *et al.*, 2014 - tradução livre).

O modelo UMan foi já aplicado à Área Metropolitana de Lisboa (AML) (Niza *et al.*, 2009; Rosado, 2012; Rosado *et al.* 2014), ao município de Lisboa (Niza, 2007; Lisboa E-Nova, 2007; Niza *et al.* 2009; Rosado, 2012, Rosado *et al.* 2014), aos 17 municípios da AML (Rosado, 2012; Rosado *et al.* 2014), à Suécia (Kalmykova *et al.*, 2016) e a 3 áreas metropolitanas na Suécia - Gotemburgo, Malmo e Estocolmo (Rosado *et al.* 2016). Para além disso, a base de dados ProdChar desenvolvida no

âmbito do modelo UMan foi também utilizada em outros estudos, como seja, por Ferrão et al. (2014) ou Pina *et al.* (2016), para conversão dos produtos em materiais pela nomenclatura MatCat.

## 3. METODOLOGIA

### 3.1. Alterações metodológicas ao Modelo UMan

O modelo UMan foi desenvolvido através do *software Microsoft Office Excel*, e foi disponibilizado pelo IN+ (Centro de Estudos em Inovação, Tecnologia e Políticas de Desenvolvimento) do Instituto Superior Técnico da Universidade de Lisboa, sob a forma de ficheiros *Excel*. A forma como o modelo foi disponibilizado exigiu uma reconstrução passo a passo dos cálculos com o objectivo de o apreender, rever e otimizar. Deste modo não se tratou de utilizar uma plataforma ou programa já construído onde somente fosse necessário inserir os dados e efectuar a simulação. Tal constituiu uma oportunidade de total compreensão do processo de cálculo envolvido bem como de revisão e alteração do modelo com vista a corrigir lacunas encontradas (Tabela 3.1). Dada a complexidade do modelo, a sua reconstituição representou um processo muito moroso.

**Tabela 3.1-** Principais contributos metodológicos para o modelo UMan original.

Elemento alterado	Contributos metodológicos	Capítulo
Período de análise	Todo o período de análise é considerado simultaneamente em cada passo metodológico.	-
Nomenclatura Combinada de Mercadorias	Todos os ficheiros foram revistos e adaptados para a versão NC 2004 (versão mais desagregada).	-
Base de dados ProdChar	Foram completados dados relativos a mais de 2700 categorias de mercadorias na base de dados ProdChar.	3.3.9
Extracção Interna	Aplicação de majoração às estatísticas nacionais da indústria extractiva com base nos valores estimados pelo INE e Eurostat.	3.3.1
Importações e Exportações	Correcção dos valores estimados por NC com base nos valores estimados por NST e NST/R.	3.3.2.2.3.
Importações associadas ao consumo de energia primária para produção de energia eléctrica	Valor à escala regional extrapolado a partir do consumo nacional de energia primária não renovável, assumindo que existe uma relação linear entre o consumo de energia eléctrica final e o consumo de energia primária para a produção de energia eléctrica.	3.3.2.2.4.
Consumo Interno de Materiais (DMC)	Valores negativos de DMC relativos a matérias-primas e de produção animal, adicionados como o valor absoluto à extracção interna de materiais	3.3.3.2.
DMC, Acréscimos líquidos às existências de materiais (NAS) e exportação da produção local	No cálculo do DMC, NAS e exportação da produção local foram consideradas todas as categorias de mercadorias, independentemente da sua fase de ciclo de vida.	3.3.3.2; 3.3.5; 3.3.2.4
Emissões internas de materiais	Foram estimados valores <i>per capita</i> anuais para as outras emissões atmosféricas para além do CO <sub>2</sub> , bem como para as emissões para a água, uso dissipativo de produtos e perdas dissipativas.	3.3.6.1
	Foram analisadas diferentes fontes estatísticas relativas à produção de resíduos de construção e demolição à escala nacional e seleccionado o valor mais fiável, extrapolando-se para os restantes anos e escalas um valor <i>per capita</i> a partir da variação do número de edifícios concluídos.	3.3.6.3
Matriz de distribuição de mercadorias por actividade económica	Criada de raiz e completados os dados relativos a 3350 categorias de mercadorias.	3.3.8
Matriz de distribuição espacial por actividade económica	Proposta uma nova matriz que combina dois factores relacionados com a energia: consumo final de energia eléctrica; venda de produtos de petróleo no mercado interno.	4.2

Na presente dissertação, recorreu-se ao *software Microsoft Office Excel*, alargou-se o período temporal de aplicação do modelo e optimizou-se o mesmo para ser aplicado somente uma vez para a totalidade do período em análise, de 1999 a 2015. O modelo original implicava que a contabilização de fluxos de materiais para cada ano fosse efectuada separadamente, implicando que para cada ano todo o processo de cálculo tivesse que ser feito novamente. No âmbito desta dissertação, os ficheiros desenvolvidos permitem que, para cada passo metodológico, todos os anos considerados sejam calculados em simultâneo.

Nos ficheiros do modelo UMAN original era utilizada a Nomenclatura Combinada (NC) de mercadorias utilizada na versão de 2007, apesar de em alguns ficheiros surgir também a sua correspondência com a NC 2004. Nos ficheiros desenvolvidos, no âmbito da presente dissertação, optou-se somente pela versão de 2004, dado esta possuir um maior número de categorias na subposição NC (código de 8 dígitos) do que as versões posteriores, e portanto conferir maior detalhe. Conforme se pode verificar pela Tabela 3.2, o número de categorias de mercadorias tem vindo a diminuir em cada nova versão, passando de 13.119, em 2004, para 9.409, em 2015. Outro aspecto que levou a considerar a NC 2004 foi o facto de os dados a que foi possível aceder relativos ao Comércio Internacional se encontrarem nesta versão.

**Tabela 3.2-** Número de categorias de mercadorias na Subposição NC, código de 8 dígitos, por versão da NC entre 2004 e 2015. (elaborado pelo autor, com base nos dados disponíveis em <http://smi.ine.pt>)

Versão NC	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
N.º de Categorias de mercadorias	13.119	13.041	12.787	12.645	12.627	12.498	12.372	9.354	9.406	9.399	9.402	9.409

O modelo UMAN original, conforme mencionado por Rosado *et al.* (2014), abrange 13.135 tipos de mercadorias, porém verificou-se, nos ficheiros do modelo, comparando a NC 2007 e a sua correspondência com a versão NC 2004, que 16 categorias de mercadorias da NC 2004 se encontravam repetidas, pelo que as mesmas foram eliminadas da base de dados ProdChar.

Adicionalmente tiveram que ser completados dados relativos a mais de 2700 categorias de mercadorias na base de dados ProdChar. Relativamente à matriz do tempo de residência foi necessário corrigir manualmente o tempo de residência de 2.799 mercadorias, que não apresentavam qualquer valor na base de dados, tendo-se adoptado a média da categoria de 4 dígitos da NC 2004 a que as mercadorias em falta correspondiam. Quanto à matriz de composição material foi detectado que a 2.775 das mercadorias não se encontrava atribuída qualquer percentagem em termos da sua composição na nomenclatura MatCat, pelo que se procedeu à sua correcção com base na composição na mesma nomenclatura para mercadorias semelhantes.

Quanto à matriz de distribuição de mercadorias por actividade económica, esta foi criada de raiz com base nos dados do comércio internacional em 2004 para a Nomenclatura das Unidades

Territoriais para Fins Estatísticos (NUT) relativa à AML, tendo-se detectado que das 13.119 mercadorias da NC 2004, 3.350 não apresentavam dados que possibilitassem efectuar a distribuição por Código de Classificação de Actividades Económicas (CAE) Rev.2.1. Foi então necessário completar os valores para as mercadorias em falta (vide capítulo 3.3.8).

Os valores de importações e exportações estimados por categoria NC 2004, foram comparados com os inicialmente estimados no capítulo 3.3.2.1, por categoria, na Nomenclatura uniforme das mercadorias para as estatísticas dos transportes (NST) ou NST/R, tendo-se detectado diferenças, que foram corrigidas (vide capítulo 3.3.2.2.3).

No modelo original as importações associadas ao consumo de energia primária para a produção de energia eléctrica na AML, eram estimadas aplicando a percentagem de consumo de energia primária não renovável em Portugal ao valor do consumo de energia eléctrica final na AML. Na revisão efectuada optou-se primeiro por estimar o consumo de energia primária não renovável para Portugal e extrapolar esse valor para a AML assumindo que existe uma relação linear entre o consumo de energia eléctrica final e o consumo de energia primária para a produção de energia eléctrica (vide capítulo 3.3.2.2.4).

Relativamente ao DMC introduziu-se uma correcção ao valor da extracção interna de materiais: para os casos em que o DMC fosse negativo, em mercadorias cuja fase de ciclo de vida fosse correspondente a “matéria-prima” ou “animais vivos”, somou-se o valor absoluto do DMC como valor de extracção interna de materiais (vide capítulo 3.3.3.2).

No modelo original, o DMC da área analisada é calculado a partir das categorias de mercadorias correspondentes a produtos resultantes da produção industrial, cuja fase de ciclo de vida corresponda a produtos finais. Rosado *et al.* (2014) justifica que as restantes categorias correspondem a “animais vivos”, “matérias-primas” ou “produtos intermédios” sendo provável que sejam transformados em produtos finais pela indústria. No entanto, no âmbito da presente dissertação, o DMC da área analisada é estimado considerando todas as categorias de mercadorias, independentemente da sua fase de ciclo de vida, com base nos dados estimados por categoria de mercadoria para a Extracção Interna de Materiais, Importações e Exportações, dados estes que foram obtidos a partir dos seus valores nas categorias das estatísticas dos transportes (vide capítulo 3.3.2.2). Tal permite seguir por mercadoria e, conseqüentemente, por material a origem, extracção e importação, reduzindo a questão da dupla contabilização. A produção industrial no processo de cálculo proposto, no âmbito da presente dissertação, é considerada num rácio utilizado para o cálculo dos fluxos nacionais (vide capítulo 3.3.2.2.2).

A alteração anterior reflecte-se na determinação de outras variáveis, como seja o NAS, onde no seu cálculo foi considerado o DMC estimado de acordo com o parágrafo anterior e onde são consideradas todas as categorias de mercadorias ao invés de ser estimado a partir da produção industrial de produtos finais, o mesmo se passando no cálculo da exportação da área em estudo (vide capítulos 3.3.5 e 3.3.2.4, respectivamente).

Foi estimado o DMC com base na produção industrial para os produtos não finais, para além dos finais, adaptando a equação proposta em Rosado *et al.* (2014) para os produtos não finais (vide capítulo 3.3.3.4). Tais valores de DMC foram utilizados para estimar a exportação da produção local e, conseqüentemente, os fluxos de atravessamento, sendo portanto aqui considerados todos os produtos independentemente da sua posição em termos de ciclo de vida (vide capítulos 3.3.2.4 e 3.3.4, respectivamente).

Para efectuar o balanço de materiais, os valores das emissões internas de materiais foram estimados de forma diferente relativamente ao modelo original. Quanto aos valores das emissões para a água, perdas dissipativas e uso dissipativo de produtos, bem como aos resíduos de construção e demolição (RCD), ao invés os estimar com base num valor *per capita* (vide Niza *et al.*, 2009), foram estimados os valores anuais com base em diversas fontes estatísticas (vide subcapítulos 3.3.6.1 e 3.3.6.3, respectivamente).

De acordo com Rosado *et al.* (2014) no modelo original a matriz de distribuição espacial tinha por base a relação entre o número de trabalhadores por CAE à escala espacial para a qual se pretende extrapolar (município) e o número total de trabalhadores na área de escala espacial superior (região) por actividade económica. Tal acarreta algumas limitações: todos os trabalhadores no país terão a mesma produtividade; as empresas poderão estar registadas num determinado município e desenvolver actividades que englobem outros municípios; as empresas poderão desenvolver actividades em mais do que uma actividade económica e no entanto os trabalhadores encontrarem-se registados em apenas uma. Ao comparar os dados estimados, à escala da AML, por extrapolação a partir deste factor com os dados estimados por aplicação do modelo UMAN, obteve-se um valor de DMC total superior, em média, 150%.

Perante tal diferença, no âmbito da presente dissertação, consideraram-se outros factores, discretizados por CAE, com base nos quais se pudesse realizar a extrapolação e que se assume que também serão factores limitantes para o consumo e terão uma relação linear com o consumo de materiais. Deste modo foram estudados, para além do número de trabalhadores, outros três factores por actividade económica (Valor Acrescentado Bruto das empresas, consumo final de energia eléctrica e venda de produtos do petróleo no mercado interno), bem como três indicadores que combinam os anteriores por secção CAE (com base numa escolha fundamentada teoricamente; com base na correlação entre os valores obtidos por cada factor e os obtidos por aplicação do modelo UMAN; com base somente nos dois factores relacionados com a energia). Com base em tais factores de extrapolação, após análise dos resultados, foi proposta uma matriz de distribuição espacial que tem por base a combinação dos factores relacionados com a energia por secção CAE (vide capítulo 4.2).

## 3.2. Compilação e tratamento dos dados estatísticos

Em qualquer modelo a compilação e o tratamento dos dados base é uma das mais importantes fases, na medida em que a sua qualidade irá condicionar todos os resultados

subsequentes.

Esta questão assume uma relevância adicional, na aplicação deste modelo, na medida em que, para o período e escalas espaciais definidas, muitas vezes os dados não se encontram disponíveis, tendo-se registado diversas dificuldades no processo de recolha de dados devido essencialmente a: confidencialidade; custos de aquisição; método de compilação e organização diferente para um mesmo tipo de dado em períodos distintos; dispersão de dados em diversas entidades e instituições e discrepâncias entre eles; dados apenas disponíveis para uma determinada escala administrativa; incoerência dos dados dentro de uma mesma fonte. Tais limitações conduziram, a que, apesar de alguns dados serem directamente utilizados, muitos outros tenham que ter sido extrapolados, confirmando Rosado *et al.* (2014) quando referem que a obtenção dos dados é uma das maiores dificuldades na quantificação do fluxo de materiais à escala regional e municipal.

Os dados estatísticos utilizados nesta dissertação englobam diversas escalas administrativas (nacional, regional e municipal) e os dados encontram-se desagregados espacialmente de diferentes formas: pelas NUTS, por distrito e município ou por localização geográfica específica (por exemplo, por porto ou aeroporto).

Uma outra limitação, que tem influência directa na escolha do factor de extrapolação, diz respeito aos dados desagregados por CAE, na medida em que estes dados se referem à localização do estabelecimento e poderão não corresponder à localização efectiva da empresa, não reflectindo portanto dados reais para a área em estudo.

Ao utilizar diferentes fontes de informação, registam-se dados disponíveis em diferentes nomenclaturas - como seja a NC, NST ou a CAE - que sofrem alterações, por vezes anuais, sendo necessária a conversão entre versões e entre nomenclaturas. Ao efectuar a conversão entre nomenclaturas diferentes é necessário ter em atenção que estas possuem graus diferentes de desagregação: por exemplo a NST possui 20 categorias enquanto a NC 2004 possui 13.119 categorias de mercadorias.

Relativamente à NC, referente a bens e mercadorias e que foi estabelecida para atender simultaneamente aos requisitos do Tarifário Comum e estatísticas do comércio externo e interno da Comunidade Europeia, optou-se por trabalhar no modelo com a versão de 2004, pelos motivos mencionados no subcapítulo 3.1, nomeadamente o maior grau de desagregação.

Quanto à versão da CAE, no modelo será utilizada a revisão 2.1 (estabelecida pelo Decreto-Lei nº 197/2003, de 27 de Agosto), uma vez que os dados a que foi possível aceder relativos ao Comércio Internacional encontravam-se nesta versão e na última revisão, revisão 3 (Decreto-Lei n.º 381/2007, de 14 de Novembro), diversas subclasses foram desagregadas. Caso se procurasse desagregar a partir da revisão 2.1 ir-se-ia incorrer num erro superior ao de agregar a partir da revisão 3 para a 2.1.

No que diz respeito às versões da NST, utilizaram-se ambas as versões NST 2007 e NST/R

sendo posteriormente convertidas nas categorias NC 2004 correspondentes.

Foi, portanto, necessário entre os diversos passos metodológicos, efectuar diversas conversões, quer entre nomenclaturas, quer entre versões das mesmas, tendo-se elaborado tabelas de conversão com base nas fontes da Tabela 3.3.

**Tabela 3.3** - Fontes utilizadas nas conversões entre nomenclaturas.

Conversão entre:		Fonte:	Link:	Nota:
NC 2007	NST 2007	Eurostat - RAMON - Eurostat Metadata Server	<a href="http://ec.europa.eu/eurostat/ramon">http://ec.europa.eu/eurostat/ramon</a>	Fontes utilizadas para a conversão das 9720 categorias NC 2007 para as categorias NST 2007 e NST/R, sendo a correspondência com as restantes 2995 categorias da NC 2004 aferidas pelo autor a partir do tipo de produto.
NC 2007	NST/R	INE - Serviço de Sistemas e Metainformação	<a href="http://smi.ine.pt">http://smi.ine.pt</a>	
NC 2004	NC 2007 e NC 2016	Eurostat - RAMON - Eurostat Metadata Server	<a href="http://ec.europa.eu/eurostat/ramon">http://ec.europa.eu/eurostat/ramon</a>	-
CAE Rev. 2.1	CAE Rev.3	INE - Serviço de Sistemas e Metainformação	<a href="http://smi.ine.pt">http://smi.ine.pt</a>	-
NC 2016	EW - MFA	Eurostat	<a href="http://ec.europa.eu/eurostat">http://ec.europa.eu/eurostat</a>	-

Na recolha dos diversos dados foi, por vezes, necessário compilar dados para o período em análise (1999-2015) que se encontravam disponíveis em diferentes ficheiros por ano, tendo este processo implicado a compilação e tratamento de mais de 58 tipos de dados diferentes, conforme se pode constatar na Tabela 3.4.

Face às limitações dos dados recolhidos, e que se mencionou no início deste subcapítulo, foi necessário recorrer a extrapolações, entre escalas, nas quais se assumiram os seguintes pressupostos:

- a) Tal como em Niza *et al.* (2009), foi assumido que o número de trabalhadores numa determinada actividade económica e a extracção interna de materiais possuem uma relação linear, conforme sendo a percentagem de um determinado bem na área em análise equivalente à percentagem dos trabalhadores na actividade económica desse bem relativamente à área à escala espacial superior (Equação 3.1);

$$ED_{NC,CAE}^{AML} = \frac{T_{CAE}^{AML}}{T_{CAE}^{Pt}} \times ED_{NC,CAE}^{PT} \quad \text{Equação 3.1}$$

onde: ED - extracção interna de materiais; T – número de trabalhadores.

- b) O valor do dado estatístico em falta é estimado a partir da taxa de crescimento verificada a um nível de agregação superior;
- c) O valor do dado estatístico em falta é igual à média entre o valor no período subsequente e antecedente;

- d) Dado estatístico do ano mais próximo, quando não se encontrem dados disponíveis para o ano pretendido nem para o período subsequente e antecedente;
- e) Caso não se encontre qualquer tipo de dado disponível, ou não esteja indicado pela fonte que este seja diferente de zero, considera-se que este é zero.

**Tabela 3.4-** Características dos principais dados estatísticos recolhidos, nomeadamente escala espacial, período, fonte, unidade e nomenclatura.

Designação	Escala Espacial							Período disponível dos dados	Fonte	Unidade	Nomenclatura	Data da última actualização dos dados utilizados:
	Portugal	Conti-nente	Distrito	AML	Munici-pio	Porto	Aero-porto					
Produção das principais culturas agrícolas								1999-2015	INE, Estatísticas da Produção Vegetal	t	-	17-06-2016
Produção de Minérios Metálicos								1999-2015	DGEG - Estatística de Recursos Geológicos da DSEF-RG	t	-	14-06-2016
Produção de Minerais Industriais								1999- 2015	DGEG - Estatística de Recursos Geológicos da DSEF-RG	t	-	14-06-2016
Produtos produzidos na indústria								2008-2015	INE, Inquérito Anual à Produção Industrial	kg	-	18-11-2016
Capturas nominais de pescado								1999-2015	DGRNat., Seg. Serv. Marítimos - disponível no INE	t	-	31-05-2016
Contabilização de fluxos de materiais - Extração Interna								1999-2015	Eurostat	1000 t	-	08-08-2016
Extração interna de materiais								1999-2015	INE, Contas Nacionais	t	-	21-12-2016
Inquérito Anual à Produção Industrial								2004	INE	kg, l, m <sup>2</sup> , n <sup>o</sup> , etc	Prodcom	2006
Número de Trabalhadores								2000-2007	MTSS/DGEEP	N.º	CAE Rev.2.1 (5 dígitos)	2009
Número de Trabalhadores								2007-2009	MTSS/DGEEP	N.º	CAE Rev.3 (5 dígitos)	2009
Pessoal ao serviço das Empresas								2004-2007	INE, Sistema de contas integradas das empresas	N.º	CAE Rev.3 (2 dígitos)	13-03-2014
Pessoal ao serviço das Empresas								2008 - 2015	INE, Sistema de contas integradas das empresas	N.º	CAE Rev.3 (2 dígitos)	06-03-2017
Comércio Internacional								2004	INE	kg	NC (8 dígitos)	2004
Transporte nacional : Toneladas transportadas por regiões de carga e descarga								1999-2007	INE, Inquérito ao Transporte Rodoviário de Mercadorias *	10 <sup>3</sup> t	NST/R	1999-2007
Transporte nacional : Toneladas transportadas por regiões de carga e descarga								2008-2015	INE, Inquérito ao Transporte Rodoviário de Mercadorias *	10 <sup>3</sup> t	NST 2007	2008-2015
Mercadorias importadas em comércio Intra-UE, por países de procedência, segundo os modos de transporte e as regiões								1999 - 2007	INE, Estatísticas do Comércio Internacional *	10 <sup>3</sup> t	NST/R	1999 - 2007
Mercadorias importadas em comércio Intra-UE, por países de procedência, segundo os modos de transporte e as regiões								2008-2015	INE, Estatísticas do Comércio Internacional *	10 <sup>3</sup> t	NST 2007	2008-2015
Mercadorias exportadas em comércio Intra-UE, por países de destino, segundo os modos de transporte e as regiões								1999 - 2007	INE, Estatísticas do Comércio Internacional *	10 <sup>3</sup> t	NST/R	1999 - 2007
Mercadorias exportadas em comércio Intra-UE, por países de destino, segundo os modos de transporte e as regiões								2008-2015	INE, Estatísticas do Comércio Internacional *	10 <sup>3</sup> t	NST 2007	2008-2015
Mercadorias expedidas, por países de destino, segundo os modos de transporte e as regiões								1999 - 2007	INE, Estatísticas do Comércio Internacional *	10 <sup>3</sup> t	NST/R	1999 - 2007
Tráfego nacional e internacional, por grupos de mercadorias								2008-2015	MedRail S.A.; Takargo S.A.; CP Carga S.A.; Caminhos de Ferro Portugueses, E.P. - disponível no INE *	t	NST 2007	2008-2015
Tráfego nacional e internacional, por grupos de mercadorias								1999 - 2007	Caminhos de Ferro Portugueses, E.P. - disponível no INE *	t	NST/R	1999 - 2007
Tráfego nacional de mercadorias intra e inter-regional, por regiões de carga e descarga								2008-2015	MedRail S.A.; Takargo S.A.; CP Carga S.A.; Caminhos de Ferro Portugueses, E.P. - disponível no INE *	t	NST 2007	2008-2015

(continua)

**Tabela 3.4 - Características dos principais dados estatísticos recolhidos, nomeadamente escala espacial, período, fonte, unidade e nomenclatura.**  
(continuação)

Designação	Escala Espacial							Período disponível dos dados	Fonte	Unidade	Nomenclatura	Data da última actualização dos dados utilizados:
	Portugal	Conti-nente	Distrito	AML	Munici-pio	Porto	Aero-porto					
Tráfego nacional de mercadorias intra e inter-regional, por regiões de carga e descarga								2001- 2007	Caminhos de Ferro Portugueses, E.P. - disponível no INE *	t	NST/R	2001 - 2007
Mercadorias importadas, por grupos de mercadorias, segundo os modos de transporte								2008-2015	INE, Estatísticas do Comércio Internacional *	t	NST 2007	2008-2015
Mercadorias entradas, por grupos de mercadorias, segundo os modos de transporte								1999 - 2007	INE, Estatísticas do Comércio Internacional *	t	NST/R	1999 - 2007
Mercadorias exportadas, por grupos de mercadorias, segundo os modos de transporte								2008-2015	INE, Estatísticas do Comércio Internacional *	t	NST 2007	2008-2015
Mercadorias saídas, por grupos de mercadorias, segundo os modos de transporte								1999 - 2007	INE, Estatísticas do Comércio Internacional *	t	NST/R	1999 - 2007
Tráfego comercial nos principais aeroportos por natureza do tráfego, segundo os aeroportos								2008-2015	INE, Estatísticas dos Transportes**	t	NST 2007	2008-2015
Tráfego comercial nos principais aeroportos por natureza do tráfego, segundo os aeroportos								1999 - 2007	INE, Estatísticas dos Transportes**	t	NST/R	1999 - 2007
Mercadorias carregadas nos portos nacionais, por grupos de mercadorias								2008-2015	Inquérito ao transporte marítimo de passageiros e mercadorias *	t	NST 2007	2008-2015
Mercadorias carregadas nos portos nacionais, por grupos de mercadorias								1999 - 2007	Inquérito ao transporte marítimo de passageiros e mercadorias *	t	NST/R	1999 - 2007
Mercadorias descarregadas nos portos nacionais, por grupos de mercadorias								2008-2015	Inquérito ao transporte marítimo de passageiros e mercadorias *	t	NST 2007	2008-2015
Mercadorias descarregadas nos portos nacionais, por grupos de mercadorias								1999 - 2007	Inquérito ao transporte marítimo de passageiros e mercadorias *	t	NST/R	1999 - 2007
Mercadorias carregadas nos portos nacionais em tráfego internacional, por países de destino, segundo os tipos de carga								2008-2015	Inquérito ao transporte marítimo de passageiros e mercadorias *	t	NST 2007	2008-2015
Mercadorias carregadas nos portos nacionais, por países de destino, segundo os tipos de carga								1999 - 2007	Inquérito ao transporte marítimo de passageiros e mercadorias *	t	NST/R	1999 - 2007
Mercadorias descarregadas nos portos nacionais em tráfego internacional, por países de procedência, segundo os tipos de carga								2008-2015	Inquérito ao transporte marítimo de passageiros e mercadorias *	t	NST 2007	2008-2015
Mercadorias descarregadas nos portos nacionais em tráfego internacional, por países de procedência, segundo os tipos de carga								1999 - 2007	Inquérito ao transporte marítimo de passageiros e mercadorias *	t	NST/R	1999 - 2007
Consumo de energia eléctrica por tipo								1999-2015	Direcção-Geral de Geologia e Energia; Direcção de Serviços de Planeamento Energético e Estatística ***	kWh	-	03-01-2017
Disponibilidade de energia eléctrica para consumo								2000-2015	Direcção-Geral de Geologia e Energia; Direcção de Serviços de Planeamento Energético e Estatística ***	GWh	-	05-05-2017
Produção anual na indústria								2000-2015	Eurostat	%	NACE 2	04-04-2017
Emissões de dióxido de carbono de origem fóssil								1999-2015	INE, Contas Nacionais	1000 t	A82	18-10-2017
Emissões de dióxido de carbono com origem na biomassa								1999-2015	INE, Contas Nacionais	1001 t	A82	18-10-2017
População residente por Local de residência								2014-2015	INE, Estimativas Anuais da População Residente	N.º	-	02-06-2016
População residente por Local de residência								1999-2013	INE, Estimativas Anuais da População Residente	N.º	-	16-06-2014

(continua)

**Tabela 3.4** - Características dos principais dados estatísticos recolhidos, nomeadamente escala espacial, período, fonte, unidade e nomenclatura.

(continuação)

Designação	Escala Espacial							Período disponível dos dados	Fonte	Unidade	Nomenclatura	Data da última actualização dos dados utilizados:
	Portugal	Conti-nente	Distrito	AML	Munici-pio	Porto	Aero-porto					
Balanzo Energético								1999-2015 *	DGEG - Direcção-Geral de Geologia e Energia - Direcção de Serviços de Planeamento Energético e Estatística	tep	-	1999-2016
Consumo de Energia Eléctrica por tipo								1999-2015*	DGEG - Direcção-Geral de Geologia e Energia - Direcção de Serviços de Planeamento Energético e Estatística	kWh	-	03-01-2017
Resíduos urbanos recolhidos, Tipo de recolha e Tipo de destino								2011-2014	INE, Estatísticas dos Resíduos Urbanos	t	-	25-11-2015
Resíduos urbanos recolhidos, Tipo de recolha e Tipo de destino								1999-2013	INE, Estatísticas dos Resíduos Urbanos	t	-	19-12-2014
Edifícios concluídos por Localização geográfica, Tipo de obra e Destino da obra								1999-2015	INE, Estatísticas das obras concluídas	N.º	-	17-07-2017
Emissões internas de materiais, por tipo de emissões								1999-2015	INE, Contas Nacionais	t	-	21-12-2017
Consumo de energia eléctrica por sector de actividade								2008-2015	Direcção-Geral de Geologia e Energia; Direcção de Serviços de Planeamento Energético e Estatística ***	kWh	CAE Rev.3 (2 dígitos)	05-01-2015
Consumo de energia eléctrica por sector de actividade								1999-2007	Direcção-Geral de Geologia e Energia; Direcção de Serviços de Planeamento Energético e Estatística ***	kWh	-	05-01-2015
Valor acrescentado bruto das Empresas por Localização geográfica e Actividade económica								2004-2015	INE, Sistema de contas integradas das empresas	€	CAE Rev.3 (2 dígitos)	06-03-2017
Vendas de combustíveis líquidos e gasosos (t) das empresas por Tipo de combustível								2004-2015	INE, DGEG, Estatísticas do carvão, petróleo, energia eléctrica e gás natural	t	-	29-03-2017
Vendas de Produtos de Petróleo em Portugal								1999-2007	Direcção-Geral de Geologia e Energia; Direcção de Serviços de Planeamento Energético e Estatística	t	-	15-12-2017
Consumo de combustíveis no mercado interno por actividade económica								1999-2007	Direcção-Geral de Geologia e Energia; Direcção de Serviços de Planeamento Energético e Estatística ***	t	-	15-12-2017
Vendas de Produtos do Petróleo no Mercado Interno por Sector de Actividade Económica								2008-2015	Direcção-Geral de Geologia e Energia; Direcção de Serviços de Planeamento Energético e Estatística	t	CAE Rev.3 (2 dígitos)	29-12-2016

\* Dados compilados para cada ano a partir das Estatísticas dos Transportes e Comunicações de cada ano.

\*\* Dados compilados para cada ano a partir dos dados presentes no Anuário Estatístico da Região Lisboa de cada ano.

\*\*\* Dados compilados para cada ano a partir dos dados disponíveis em cada ano.

### 3.3. Processo de cálculo

Através da aplicação do modelo UMAN é possível determinar indicadores discretizados pelas 13.119 categorias de mercadorias da NC, que são depois convertidos nas 28 categorias da nomenclatura de materiais MatCat (Figura 3.1).

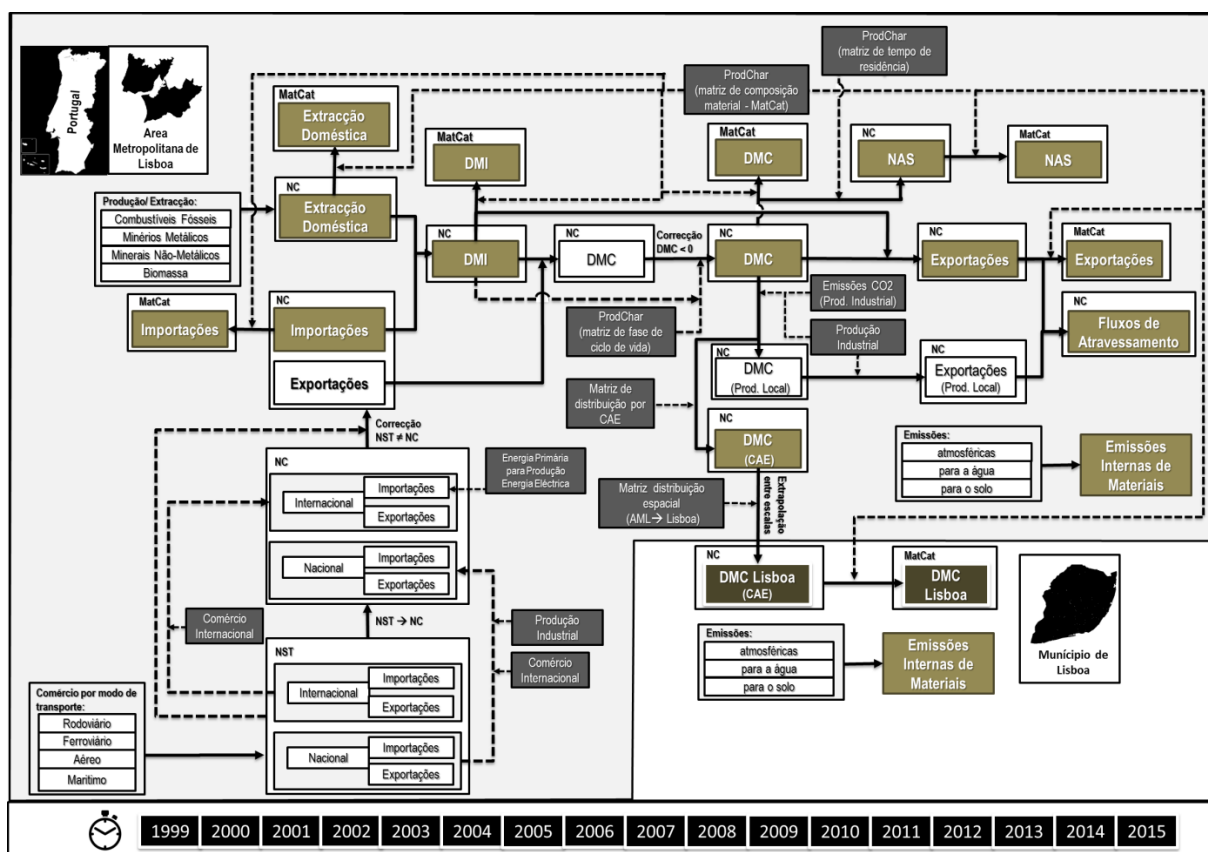


Figura 3.1 - Representação esquemática do processo de cálculo após as alterações metodológicas ao modelo UMAN.

Nos capítulos seguintes descreve-se o processo para estimar os fluxos de materiais (extracção interna de materiais, importações, exportações, emissões, NAS e DMC) para as escalas analisadas.

#### 3.3.1. Extracção interna de materiais

Por forma a estimar a extracção interna de materiais foram recolhidos e alvo de tratamento e compilação diversos dados estatísticos cobrindo as categorias identificadas na metodologia do Eurostat, nomeadamente biomassa, combustíveis fósseis, minérios metálicos e minerais não metálicos. Neste âmbito, foram compilados dados relativos a 117 categorias de mercadorias, disponíveis em diferentes fontes estatísticas, tendo sido a cada um deles atribuído manualmente o código respectivo na NC 2004, sendo posteriormente convertido para as nomenclaturas das estatísticas dos transportes (NST e NST/R) e para a de materiais (EW-MFA) do Eurostat.

Relativamente aos minérios metálicos, as estatísticas de produção do Eurostat geralmente reportam “minérios e concentrados” (Eurostat, 2013) sendo necessário recorrer a factores de conversão específicos (Tabela 3.5) por forma a converter os dados de concentrados de metais proveniente da Direcção-Geral de Energia e Geologia (DGEG) na unidade de minério bruto da CFM (INE, 2016). Esta conversão é realizada porque a metodologia CFM pretende contabilizar os materiais com valor económico e no caso dos minérios metálicos o minério tem valor económico, ao contrário, de uma forma geral, dos escombros das minas, por exemplo.

**Tabela 3.5** - Factores de conversão entre concentrados de minério metálico e minério bruto  
(adaptado de INE,2016).

Minério	Factor de conversão Concentrado/ Minério Bruto
Cobre	0,03
Chumbo	0,17
Zinco	0,15
Estanho	0
Ouro, prata, platina e outros metais preciosos	0,03
Outros não classificados	0,01

A extracção interna de materiais foi estimada para Portugal, AML, e para o resto de Portugal, sendo este último obtido pela subtracção entre os valores em cada material em Portugal e na AML.

No final compararam-se os valores estimados a nível nacional para a extracção interna de materiais, com os valores estimados pelo Eurostat (*Material flow accounts*) e pelo INE (*Contas Nacionais*), verificando-se uma diferença em termos de valores totais entre os 40% e os 19%.

Contactou-se uma fonte do INE, com o intuito de esclarecer qual seria o motivo para tal discrepância e, de acordo com a mesma, tal deve-se ao facto de alguns dos materiais extraídos não entrarem directamente no mercado ao serem utilizados para consumo intermédio da unidade extractora, o que pode causar subestimação da sua produção. Adicionalmente, e de modo a assegurar a exaustividade das estimativas e a contemplar também a economia paralela ou informal, é aplicada uma majoração às estatísticas da indústria extractiva.

Deste modo, foram aplicados coeficientes de majoração (Tabela 3.6) aos valores estimados, a nível nacional, para os minerais não metálicos, passando a diferença, atrás referida, a ser inferior a 1%. Os coeficientes de majoração para cada ano foram estimados tendo por base o quociente entre os valores estimados no âmbito da presente dissertação e os estimados pelo Eurostat e pelo INE.

**Tabela 3.6** - Coeficientes de majoração adoptados para a extracção interna de minerais não metálicos a nível nacional, 1999-2015.

Ano	Minerais Não Metálicos	Rochas ornamentais e outras pedras de cantaria ou de construção (excepto ardósia)	Cré e dolomite	Ardósia	Minerais para a indústria química e para a fabricação de adubos	Sal	Calcário e gesso	Argilas e caulino	Areia e saibro	Outros produtos das indústrias extractivas, n.e.
1999	1,35	2,03	9,72	1,89	7,61	1,16	2,01	1,08	1,17	4,14
2000	1,35	2,03	11,39	1,89	7,78	1,13	2,01	1,10	1,17	4,09
2001	1,33	2,03	9,87	1,89	7,96	1,12	2,01	1,09	1,17	5,58
2002	1,34	2,03	9,33	1,89	8,00	1,07	2,01	1,09	1,17	5,29
2003	1,35	2,03	9,37	1,89	8,03	1,14	2,01	1,08	1,17	4,69
2004	1,34	2,03	9,31	1,89	8,05	1,13	2,01	1,09	1,17	8,41
2005	1,33	1,97	8,93	1,88	8,05	1,15	1,89	1,14	1,19	6,75
2006	1,61	1,74	10,76	1,66	8,09	1,13	1,68	1,60	1,57	6,19
2007	1,88	2,57	9,19	2,57	8,09	1,11	2,57	1,74	1,74	5,64
2008	1,88	2,57	4,04	2,57	8,06	1,11	2,57	1,74	1,74	5,23
2009	1,73	2,24	3,50	2,24	5,39	1,12	2,24	1,63	1,62	4,84
2010	1,74	1,95	4,86	1,95	3,41	1,07	1,95	1,69	1,68	4,15
2011	1,68	2,22	4,34	2,22	6,26	1,07	2,22	1,56	1,55	4,00
2012	2,06	2,41	2,41	2,41	9,44	1,17	2,41	1,96	1,96	3,70
2013	2,03	1,97	1,94	1,91	14,79	1,19	1,94	2,10	2,06	6,09
2014	2,07	1,94	1,94	1,94	14,79	2,38	1,94	2,11	2,11	5,84
2015	2,01	1,73	1,73	1,73	32,23	4,91	1,73	2,10	2,09	5,86

### 3.3.2. Importações e exportações

As importações e exportações internacionais e nacionais em ambas as escalas (nacional e regional) foram estimadas para os quatro modos de transporte principais (rodoviário, ferroviário, aéreo e marítimo e fluvial).

Todos estes dados estão disponíveis de acordo com as nomenclaturas das estatísticas dos transportes (NST e NST/R) e portanto os valores das importações e exportações são estimados primeiramente de acordo com as mesmas, sendo necessário convertê-los, posteriormente, para a nomenclatura combinada.

#### 3.3.2.1. Importações e exportações pelas categorias das estatísticas de transporte

Relativamente aos dados das estatísticas dos transportes do INE, para o comércio internacional, existem diferentes dados nos quais foram encontradas discrepâncias (Tabela 3.7).

**Tabela 3.7** - Comparação entre os valores das estatísticas dos transportes (INE) e da base de dados do Comércio internacional (INE), relativos ao comércio internacional por modo de transporte em Portugal, em 2004, e fontes utilizadas.

Modo	Fonte	Exportações (t)	Importações (t)	Escala a que se utilizaram os dados:
Rodoviário	1)	12.437.102	13.803.612	AML
	2)	9.579.050	9.540.753	-
	3)	12.640.500	13.862.211	PT
	4)	12.640.500	13.862.161	-
Marítimo	1)	4.939.436	8.834.201	-
	5)	10 299 280	38 830 352	AML
	3)	9.186.553	37.085.783	PT
	4)	9.186.553	37.085.783	-
Ferroviário	1)	197.498*1	2.464.533*1	-
	6)	448.940	610.664	PT/ AML
	3)	200.709	392.527	-
	4)	193.165	468.476	-
Aéreo	1)	48.526	10.932	-
	7)	43.930	53.428	AML
	3)	289.420 *2	44.471	PT
	4)	289.420	44.471	-

\*1 Na ausência de valores para o modo ferroviário assumiram-se os valores de "Outros n.e." que inclui o modo ferroviário.

\*2 Das 289.420 t, 258.922 t referem-se à categoria 10 – Produtos Petrolíferos (NST/R).

Fonte:	Designação:
1)	Quadro VI.5/6 - Mercadorias chegadas/ expeditas, por países de procedência, segundo os modos de transporte e as regiões (NUTS II) - INE, Estatísticas dos Transportes, 2004
2)	Quadro III.39/ 41 - Transporte internacional: Mercadorias carregadas/descarregadas em veículos registados no Continente, por países de destino, segundo os grupos de mercadorias (NST/R) - INE, Estatísticas dos Transportes, 2004
3)	Quadro VI.1/2 - Mercadorias entradas/saídas, por grupos de mercadorias (NST/R), segundo os modos de transporte - INE, Estatísticas dos Transportes, 2004
4)	Comércio Internacional – INE, 2004
5)	Quadro IV.8/9 - Mercadorias carregadas/ descarregadas nos portos nacionais, por países de destino, segundo os tipos de carga - INE, Estatísticas dos Transportes, 2004
6)	Quadro II.6 - Tráfego nacional e internacional, por grupos de mercadorias - INE, Estatísticas dos Transportes, 2004
7)	III.9.7 - Tráfego comercial nos principais aeroportos por natureza do tráfego, segundo os aeroportos - INE, Anuário Estatístico da Região Lisboa, 2005

Conforme se pode verificar pela Tabela 3.7, a nível nacional optou-se pela fonte 3, com excepção do modo ferroviário. Na fonte 3, para o modo ferroviário, os valores não parecem consistentes na série de dados, nomeadamente em termos de exportações para 2011, pelo que se optou, neste caso, pela fonte 6.

Preferencialmente a mesma fonte deveria ter sido seleccionada para ambas as escalas, mas ao nível da AML optou-se pela fonte cujos dados já estivessem disponíveis à escala analisada (por região, fonte 1) ou que facilmente permitisse fazer a correspondência para esta escala ao estarem identificados os portos (fonte 5) ou aeroportos (fonte 7). A excepção foram os dados para o

modo ferroviário que não estavam disponíveis por região pelo que se deduziu a partir dos dados do comércio nacional.

Procurou-se que os dados referentes a Portugal na fonte considerada à escala regional não diferissem significativamente relativamente aos que foram considerados para o cálculo à mesma escala nacional. Apenas no modo aéreo se regista uma diferença significativa nestes valores entre a fonte 3 e fonte 7) conforme nota \*2 da Tabela 3.7.

À escala nacional os valores foram obtidos directamente a partir dos dados estatísticos, porém à escala regional tiveram que ser adoptadas extrapolações.

Para quantidades transportadas, em termos de importações e exportações a nível nacional e internacional à escala da região da AML, sempre que os dados estatísticos não se encontrassem desagregados ao nível da região por categoria NST ou NST/R foi necessário recorrer a extrapolações, que se apresentam seguidamente por modo de transporte considerado:

- **Transporte rodoviário**

A nível internacional as importações na AML, para cada ano, são dadas pelo produto entre a quantidade de mercadorias importadas em comércio Intra-UE no modo rodoviário para a AML por um rácio obtido para cada categoria NST ou NST/R (Equação 3.2). Tal rácio resulta do quociente entre o peso líquido do bem importado no modo rodoviário por NST ou NST/R e o total importado, e foi obtido a partir dos dados adquiridos junto do INE relativos ao comércio internacional para 2004. Uma vez que não foi possível obter dados para os restantes anos, assumiu-se o mesmo rácio.

Neste, e nos restantes modos de transporte, será apresentada somente a fórmula para as importações, dado que para as exportações foi adoptado o mesmo procedimento.

$$\begin{aligned} \text{Importações Internacionais Rodoviárias}_{AML} & \qquad \qquad \qquad \text{Equação 3.2} \\ &= \sum \text{tráfego de mercadorias importadas na AML} \\ &\times \frac{\text{Peso líquido dos bens importados na AML (NST ou NST/R)}}{\sum \text{Peso líquido dos bens importados na AML}} \end{aligned}$$

- **Transporte ferroviário**

Para o modo ferroviário, as importações nacionais foram estimadas pela seguinte expressão:

$$\begin{aligned} \text{Importações Nacionais Ferroviárias}_{AML} & \qquad \qquad \qquad \text{Equação 3.3} \\ &= \text{Tráfego nacional por grupos de mercadorias (NST ou NST/R)} \\ &\times \frac{\text{Mercadoria descarregada na AML}}{\sum \text{tráfego de mercadorias em Portugal}} \end{aligned}$$

No caso das importações internacionais, estas foram obtidas pela seguinte expressão:

$$\begin{aligned} \text{Importações Internacionais Ferroviárias}_{AML} & \qquad \qquad \qquad \text{Equação 3.4} \\ & = \text{Tráfego internacional por grupos de mercadorias descarregadas (NST ou NST/R)} \\ & \times \frac{\text{Mercadoria descarregada na AML}}{\sum \text{tráfego de mercadorias em Portugal}} \end{aligned}$$

- **Transporte aéreo**

Relativamente às importações nacionais por via aérea, foram estimadas através da seguinte expressão:

$$\begin{aligned} \text{Importações Nacionais Aéreas}_{AML} & \qquad \qquad \qquad \text{Equação 3.5} \\ & = \text{Carga desembarcada no aeroporto de Lisboa em tráfego comercial nacional} \\ & \times \frac{\text{Mercadorias importadas em Portugal (NST ou NST/R)}}{\sum \text{Mercadorias importadas em Portugal}} \end{aligned}$$

As importações internacionais foram estimadas de forma semelhante, designadamente:

$$\begin{aligned} \text{Importações Internacionais Aéreas}_{AML} & \qquad \qquad \qquad \text{Equação 3.6} \\ & = \text{Carga desembarcada no aeroporto de Lisboa em tráfego comercial internacional} \\ & \times \frac{\text{Mercadorias importadas em Portugal (NST ou NST/R)}}{\sum \text{Mercadorias importadas em Portugal}} \end{aligned}$$

- **Transporte marítimo e fluvial**

Para este modo de transporte os dados estatísticos disponíveis apresentavam as mercadorias descarregadas e carregadas por categoria NST e NST/R e por porto, mas sem distinguir entre tráfego nacional e internacional ou as mercadorias descarregadas e carregadas em tráfego internacional, mas sem desagregar por porto ou por categoria NST e NST/R.

Deste modo as importações internacionais foram estimadas através da seguinte expressão:

$$\begin{aligned} \text{Importações Internacionais Marítimas e Fluviais}_{AML} & \qquad \qquad \qquad \text{Equação 3.7} \\ & = \text{Mercadorias descarregadas no porto de Lisboa e Setúbal (NST ou NST} \\ & \text{/R)} \times \frac{\text{Mercadorias descarregadas nos portos nacionais em tráfego internacional}}{\sum \text{Mercadorias descarregadas nos portos nacionais}} \end{aligned}$$

Os valores para o tráfego nacional foram obtidos, a partir dos valores estimados anteriormente, através da seguinte diferença:

$$\begin{aligned} \text{Importações Nacionais Marítimas e Fluviais}_{AML} & \qquad \qquad \qquad \text{Equação 3.8} \\ & = \text{Mercadorias descarregadas no porto de Lisboa e Setúbal} \\ & - \text{Importações Internacionais Marítimas e Fluviais}_{AML} \end{aligned}$$

### 3.3.2.2. Importações e exportações pelas categorias de mercadorias da nomenclatura combinada

Tendo estimado as importações e exportações de acordo com a nomenclatura das estatísticas de transporte (NST ou NST/R) extrapolou-se para a nomenclatura das mercadorias da Comunidade Europeia, ou seja, para a Nomenclatura Combinada (NC), que na sua versão de 2004, possuía 13.119 categorias de mercadorias, conforme já referido anteriormente.

Para tal, usaram-se dados do INE relativos ao comércio internacional para o ano 2004, onde para cada modo de transporte (rodoviário, aéreo, ferroviário, marítimo e fluvial) bem como para cada tipo de fluxo (importação ou exportação) se estimou qual a percentagem que cada categoria de mercadoria na NC representa na categoria NST ou NST/R. Tal percentagem é obtida pelo quociente entre o peso líquido de cada uma das 13.119 categorias de mercadorias da NC e o peso líquido total para a categoria NST ou NST/R correspondente. Uma vez que não foi possível obter dados para os restantes anos, assumiu-se a mesma percentagem.

Contudo, consoante as importações e exportações sejam nacionais ou internacionais, o processo de extrapolação será diferente conforme se apresenta seguidamente.

#### 3.3.2.2.1. Fluxos internacionais

Para o caso dos fluxos internacionais, multiplica-se o quociente anteriormente referido pelos valores anuais obtidos por NST ou NST/R (vide subcapítulo 3.3.2.1) obtendo-se assim os valores anuais para importações e exportações internacionais por NC (Equação 3.9).

$$\text{Importações Internacionais}_{a,m,i,j,x} = \text{Importações Internacionais}_{a,m,j,x} \times \frac{\text{Massa líquida}_{m,i,x}}{\sum \text{Massa líquida}_{m,j,x}} \quad \text{Equação 3.9}$$

Onde: **a** = ano 1999, ..., 2015; **m** = 1 (Modo de transporte Rodoviário), 2 (Modo de transporte Ferroviário), 3 (Modo de transporte Marítimo e Fluvial), 4 (Modo de transporte Aéreo); **i** = 1, ..., 13.119 categorias de mercadorias (NC 2004); **j** = 1, ..., 24 categorias de mercadorias (NST/R) ou 1, ..., 20 categorias de mercadorias (NST); **x** = 1 (AML), 2 (Portugal).

#### 3.3.2.2.2. Fluxos nacionais

Para o caso dos fluxos nacionais a estimativa da percentagem de importações e exportações que envolvem o resto de Portugal para cada um dos 13.119 categorias de mercadorias da NC, exige que para além dos dados relativos ao comércio internacional seja necessário considerar a extracção doméstica bem como a produção industrial.

- **Importações nacionais**

A partir dos dados do INE relativos ao comércio internacional para 2004, obteve-se a quantidade, em termos de massa líquida total, de Importações para o resto de Portugal por tipo de produto da NC, para os quatro modos de transportes considerados.

Tendo por base as Estatísticas da Produção Industrial em 2004, dado não ter sido possível obter dados para os restantes anos, estimou-se a quantidade de produção industrial para todas as categorias de mercadorias na NC 2004 a nível nacional e através do produto entre este valor e a percentagem de trabalhadores no resto de Portugal na CAE respectiva em 2004, extrapola-se a quantidade industrial produzida no resto de Portugal.

A quantidade de produção industrial resulta de um cálculo auxiliar onde para os produtos cuja unidade seja kg ou l considerou-se como quantidade produzida a que foi vendida. Para os que fossem comercializados em outras unidades (e.g. n<sup>o</sup>, m<sup>2</sup>, m<sup>3</sup>, pares) considerou-se o valor pelo qual o produto tinha sido vendido e multiplicou-se pelo quociente da massa líquida sobre o valor facturado ou, nos casos em que o valor facturado não se encontrava disponível, pelo valor do mesmo quociente obtido a partir dos valores de comércio internacional para as exportações com origem na AML em todos os modos de transporte.

Deste modo é possível estimar a percentagem para cada tipo de produto na NC importada do resto de Portugal para a AML, efectuando o somatório entre a extracção doméstica, importações e produção industrial no resto de Portugal e dividindo pelo somatório por categoria NST ou NST/R correspondente.

A quantidade de importações provenientes do resto de Portugal para a AML, de 1999 a 2015, por categoria NC e por modo de transporte e por tipo de produto, é então estimada multiplicando a percentagem anteriormente obtida para cada produto pelo valor de importações, no transporte nacional, entre a área metropolitana de Lisboa e o resto do país anteriormente calculadas, no modo de transporte e categoria NST/R ou NST correspondente (Equação 3.10).

$$\begin{aligned} & \text{Importações Nacionais}_{a,m,i,j \text{ AML}} && \text{Equação 3.10} \\ & = \text{Importações Nacionais}_{a,m,j \text{ AML}} \\ & \times \frac{\text{Extracção Doméstica}_{i \text{ RP}} + \text{Importações Internacionais}_{i \text{ ROP}} + \text{Produção Industrial}_{i \text{ RP}}}{\sum (\text{Extracção Doméstica} + \text{Importações Internacionais} + \text{Produção Industrial})_{j \text{ RP}}} \end{aligned}$$

Onde: **a** = ano 1999, ..., 2015; **m** = 1 (Modo de transporte Rodoviário), 2 (Modo de transporte Ferroviário), 3 (Modo de transporte Marítimo e Fluvial), 4 (Modo de transporte Aéreo); **i** = 1, ..., 13.119 categorias de mercadorias (NC 2004); **j** = 1, ..., 24 categorias de mercadorias (NST/R) ou 1, ..., 20 categorias de mercadorias (NST); **RP**- Resto de Portugal.

- **Exportações nacionais**

As exportações da AML para o resto de Portugal foram estimadas efectuando o somatório

entre a produção industrial na AML com os valores estimados anteriormente relativos às quantidades importadas internacionalmente para a AML pelos quatro modos de transportes considerados para cada um dos tipos de produto na NC no ano 2004, bem como a extracção doméstica na AML. A produção industrial foi obtida, à semelhança da quantidade industrial produzida no resto de Portugal anteriormente descrita, a partir do produto entre a quantidade de produção industrial a nível nacional e a quantidade de produção industrial na CAE respectiva em 2004.

A percentagem de exportações da AML para o resto de Portugal é obtida dividindo o valor de exportações da AML para o resto de Portugal por NC pelo valor total por categoria respectiva de NST/R ou NST, sendo a quantidade de exportações da AML para o resto de Portugal, de 1999 a 2015, por categoria NC e por modo de transporte e tipo de produto, estimada multiplicando a percentagem anteriormente obtida para cada produto pelo valor de exportações, no transporte nacional, entre a área metropolitana de Lisboa e o resto de Portugal anteriormente calculadas, no modo de transporte e categoria NST/R ou NST correspondente (Equação 3.11).

$$\begin{aligned}
 & \text{Exportações Nacionais}_{a,m,i,j \text{ AML}} \\
 & = \text{Exportações Nacionais}_{a,m,j \text{ AML}} \\
 & \times \frac{\text{Extracção Doméstica}_{i \text{ AML}} + \text{Produção Industrial}_{i \text{ AML}} + \text{Importações Internacionais}_{i \text{ AML}}}{\sum (\text{Extracção Doméstica} + \text{Produção Industrial} + \text{Importações Internacionais})_{j \text{ AML}}}
 \end{aligned}
 \tag{Equação 3.11}$$

Onde: **a** = ano 1999, ..., 2015; **m** = 1 (Modo de transporte Rodoviário), 2 (Modo de transporte Ferroviário), 3 (Modo de transporte Marítimo e Fluvial), 4 (Modo de transporte Aéreo); **i** = 1, ..., 13.119 categorias de mercadorias (NC 2004); **j** = 1, ..., 24 categorias de mercadorias (NST/R) ou 1, ..., 20 categorias de mercadorias (NST).

### 3.3.2.2.3. Comparação com os valores estimados pela nomenclatura NST e NST/R

Após as extrapolações atrás descritas comparam-se os valores obtidos por categoria NC com os inicialmente estimados por categoria NST ou NST/R, tendo-se verificado diferenças relevantes em modos de transporte, com peso elevado no transporte de mercadorias, conforme se pode verificar nas tabelas seguintes (Tabela 3.8 e Tabela 3.9), onde, por exemplo, as exportações nacionais através do modo rodoviário apresentavam um peso de 72% e um valor estimado por NC 11% inferior ao estimado por NST e NST/R, para a média do período considerado.

As diferenças nos fluxos comerciais (Tabela 3.9) poderão dever-se essencialmente ao facto de a extrapolação ter por base os dados do Comércio Internacional, bem como os da Produção Industrial (no caso dos fluxos nacionais) que se referem somente ao ano 2004, tendo as mesmas percentagens sido aplicadas aos restantes anos, sendo que num período de 17 anos a quantidade das mercadorias transaccionadas e produzidas poderá ter sofrido alterações significativas.

**Tabela 3.8** - Média do peso de cada modo de transporte relativamente ao total dos fluxos comerciais abrangidos por Portugal ou AML, 1999-2015, de acordo com os dados estimados por NST ou NST/R.

Modo de Transporte	Portugal		Área Metropolitana de Lisboa			
	Internacionais		Internacionais		Nacionais	
	Importações	Exportações	Importações	Exportações	Importações	Exportações
Rodoviário	28,7%	48,9%	35,2%	40,0%	73,9%	72,0%
Ferrovário	1,4%	1,3%	1,7%	1,3%	17,5%	15,2%
Aéreo	0,1%	2,2%	0,3%	0,5%	0,0%	0,1%
Marítimo e Fluvial	69,8%	47,6%	62,9%	58,1%	8,6%	12,7%

**Tabela 3.9** - Média das diferenças entre os valores estimados, relativamente ao total dos fluxos comerciais abrangidos por Portugal ou AML, por modo de transporte, 1999-2015, pela nomenclatura NST ou NST/R comparativamente à NC 2004.

Modo de Transporte	Portugal		Área Metropolitana de Lisboa			
	Internacionais		Internacionais		Nacionais	
	Importações	Exportações	Importações	Exportações	Importações	Exportações
Rodoviário	-1,4%	0,0%	-1,1%	5,4%	6,8%	10,6%
Ferrovário	0,8%	39,1%	229,9%	217,8%	2,6%	2,6%
Aéreo	-14,4%	-1,2%	0,1%	0,0%	-1,6%	-1,0%
Marítimo e Fluvial	28,7%	-3,9%	-0,6%	-0,1%	11,1%	0,3%

Procedeu-se então a uma correcção dos valores estimados por NC, efectuando uma distribuição do total da diferença de acordo com a percentagem que cada produto representava no total. A Equação 3.12 foi aplicada anualmente para cada produto da categoria NC, em cada modo de transporte no caso das importações internacionais.

*Importações Internacionais*  $_{a,m,i,j,x}$

**Equação 3.12**

$$= \text{Importações Internacionais}_{a,m,i,j,x} + \frac{\text{Importações Internacionais}_{a,m,i,j,x}}{\sum \text{Importações Internacionais}_{a,m,i,j,x}} \times (\sum \text{Importações Internacionais}_{a,m,j,x} - \sum \text{Importações Internacionais}_{a,m,i,j,x})$$

Onde: **a** = ano 1999, ..., 2015; **m** = 1 (Modo de transporte Rodoviário), 2 (Modo de transporte Ferrovário), 3 (Modo de transporte Marítimo e Fluvial), 4 (Modo de transporte Aéreo); **i** = 1, ..., 13.119 categorias de mercadorias (NC 2004); **j** = 1, ..., 24 categorias de mercadorias (NST/R) ou 1, ..., 20 categorias de mercadorias (NST); **x** = 1 (AML), 2 (Portugal).

Nos restantes fluxos comerciais o cálculo foi adoptado o mesmo procedimento, sendo, naturalmente, os dados respectivos relativos a referentes a exportações ou fluxos nacionais.

### 3.3.2.2.4. Importações associadas ao consumo de energia primária para a produção de energia eléctrica

A energia eléctrica, contemplada na NC, ainda não havia sido estimada em virtude de não ser transportada por nenhum dos modos de transporte considerados. Para a estimar calculou-se primeiramente a energia primária associada ao consumo final de energia eléctrica com base nos Balanços Energéticos para Portugal, de 1999 a 2015, publicados pela DGEG. Estes Balanços apresentam o consumo de energia primária para produção de outra forma energética. Neste caso de energia eléctrica, correspondendo a toda a energia utilizada directamente ou sujeita a transformação para outras formas energéticas e que resulta da soma das importações com a produção doméstica, retirando as saídas e variação de stocks (DGEG, 2017).

Assumiu-se, por simplificação, que toda a energia eléctrica em Portugal e na AML resulta de importações internacionais, com excepção, da que é obtida a partir de resíduos e biogás.

Os dados relativos ao consumo de energia primária por forma de energia (nomeadamente carvão, petróleo, gás natural, resíduos e biogás) para produção de energia eléctrica obtém-se directamente do balanço publicado anualmente. Relativamente à energia eléctrica obtida por cogeração (produção e utilização combinada de calor e electricidade) a energia primária associada foi estimada através da diferença entre a soma dos consumos de energia primária nas diferentes formas de energia e a produção de calor. Aos valores atrás referidos adicionou-se o saldo importador de energia eléctrica correspondente à diferença entre o valor das importações e das exportações. Não foi considerada a electricidade produzida a partir de produção hídrica, eólica, geotérmica e fotovoltaica por esta não envolver o consumo de recursos considerados na CFM. A unidade considerada foi a tonelada equivalente de petróleo (tep), que representa a quantidade de energia libertada pela queima de uma tonelada de petróleo bruto: 1 TWh = 0.086 Mtep (UNECE, 2003).

A extrapolação da escala nacional para a da AML é efectuada tendo por base os dados relativos ao consumo final de energia eléctrica assumindo-se que existe uma relação linear entre o consumo de energia eléctrica final e o consumo de energia primária para a produção de energia eléctrica (Equação 3.13), tendo-se obtido os resultados da Tabela 3.10.

$$\begin{aligned}
 &\text{Consumo de energia primária para a produção de energia eléctrica}_{a \text{ AML}} && \text{Equação 3.13} \\
 &= \left( \sum \text{consumo de energia primária para produção de energia eléctrica}_{a,f \text{ PT}} \right. \\
 &+ \sum \text{consumo de energia primária na cogeração}_{a,f \text{ PT}} - \text{calor produzido na cogeração}_{a \text{ PT}} \\
 &+ \text{Importações de energia eléctrica}_{a \text{ PT}} - \text{Exportações de energia eléctrica}_{a \text{ PT}} \left. \right) \\
 &* \frac{\text{consumo final de energia eléctrica}_{a \text{ AML}}}{\text{consumo final de energia eléctrica}_{a \text{ PT}}}
 \end{aligned}$$

Onde: **a** = ano 1999, ..., 2015; **f** = 1 (Carvão), 2 (Petróleo), 3 (Gás Natural), 4 (Resíduos Industriais), 5 (Resíduos Sólidos Urbanos), 6 (Lenhas e Resíduos Vegetais), 7 (Biogás).

**Tabela 3.10** – Consumo de energia primária a partir de fontes não renováveis para a produção de electricidade (tep), à escala nacional (PT) e regional (AML), 1999-2015.

Ano	Hulha e Antracite Estrangeira	Gasóleo	Fuelóleo	Gás Natural	Resíduos Industriais	Lenhas e Resíduos Vegetais	Resíduos Sólidos Urbanos	Biogás	Co-geração	Saldo Importador	Total PT	Total AML
1999	3.255.471	15.773	1.835.843	1.284.912	0	0	56.952	0	1.068.456	-73.960	7.443.448	2.028.601
2000	3.206.095	28.166	1.107.214	1.095.408	0	0	174.271	0	1.062.777	80.066	6.753.997	1.834.374
2001	2.947.936	28.166	1.438.686	997.684	0	0	174.571	0	954.974	20.554	6.562.571	1.753.595
2002	3.323.375	28.166	1.858.365	1.253.621	0	15.313	182.322	0	1.055.925	163.314	7.880.400	2.097.039
2003	3.210.797	28.166	823.424	984.388	0	19.040	189.322	0	1.002.977	240.284	6.498.397	1.748.326
2004	3.227.366	28.166	663.720	1.493.815	0	24.677	189.178	0	1.032.558	557.366	7.216.847	1.953.931
2005	3.319.651	28.166	1.328.461	1.805.164	0	27.019	207.000	8.003	1.027.582	586.864	8.337.909	2.247.883
2006	3.276.828	18.434	581.881	1.559.699	0	32.704	200.717	7.047	989.711	467.926	7.134.948	1.936.078
2007	2.707.042	19.004	521.612	1.662.056	0	62.028	187.972	13.901	1.029.108	643.968	6.846.763	1.835.166
2008	2.444.703	20.049	455.522	1.970.751	0	61.957	182.765	19.729	989.879	811.066	6.956.421	1.851.215
2009	2.833.768	21.276	314.229	1.830.244	0	122.170	198.120	21.018	1.232.069	410.736	6.983.630	1.872.315
2010	1.597.427	26.840	258.557	1.740.776	7.181	237.595	191.827	27.370	1.171.679	225.578	5.484.830	1.468.795
2011	2.200.618	23.799	225.010	1.670.328	3.627	259.575	196.925	41.390	1.117.473	241.908	5.980.653	1.599.361
2012	2.891.583	19.036	224.336	936.018	183	290.676	171.864	52.923	1.117.133	678.970	6.382.722	1.689.700
2013	2.634.322	20.406	192.030	278.912	96.690	266.856	96.684	61.745	1.219.036	238.736	5.105.417	1.340.120
2014	2.666.726	17.551	165.179	280.890	81.749	291.347	81.747	69.632	1.177.718	77.602	4.910.141	1.273.230
2015	3.245.793	24.446	152.965	900.039	97.388	298.276	97.388	70.565	1.198.057	194.883	6.279.800	1.602.499

### 3.3.2.3. Exportação da produção local

Tendo por base os valores que são estimados no subcapítulo 3.3.3.4, as exportações dos produtos resultantes da produção na área em estudo (Equação 3.14) é dada pela diferença entre os produtos produzidos (Equação 3.21) e consumidos (Equação 3.20).

$$\text{Exportação Produção Local}_{a,i,g,x} = \text{Produtos}_{a,i,g,x} - \text{DMC}_{a,i,g,x} \quad \text{Equação 3.14}$$

Onde: **a** = ano 1999, ..., 2015; **i** = 1, ..., 13.119 categorias de mercadorias (NC 2004); **g** = posicionamento da mercadoria em termos de ciclo de vida: 1 (matéria-prima), 2 (produção animal), 3 (produto intermédio), 4 (produto final); **x** = 1 (AML), 2 (Portugal).

### 3.3.2.4. Exportações da área de estudo

O valor do DMC por categoria de mercadoria foi estimado sem recorrer ao valor das exportações por produto (como se explica no subcapítulo 3.3.3), pois caso tal fosse feito registar-se-iam DMC negativos em alguns produtos. Deste modo as exportações (Equação 3.15) foram estimadas a partir da diferença entre a DMI (Equação 3.16) e o DMC (Equação 3.20).

$$\text{Exportação}_{a,i,g,x} = \text{DMI}_{a,i,g,x} - \text{DMC}_{a,i,g,x} \quad \text{Equação 3.15}$$

$$\text{DMI}_{a,i,x} = \text{Extracção Doméstica}_{a,i,x} + \text{Importações}_{a,i,x} \quad \text{Equação 3.16}$$

Onde:  $a$  = ano 1999, ..., 2015;  $i$  = 1, ..., 13.119 categorias de mercadorias (NC 2004);  $g$  = posicionamento da mercadoria em termos de ciclo de vida: 1 (matéria-prima), 2 (produção animal), 3 (produto intermédio), 4 (produto final);  $x$  = 1 (AML), 2 (Portugal).

### 3.3.3. Consumo interno de materiais

Ao efectuar o cálculo do DMC, como se constata no capítulo 3.3.3.2, quer ao nível das categorias de mercadorias das estatísticas de transporte ou da NC, poder-se-á verificar valor DMC negativo em algumas destas.

O DMC negativo, no caso das categorias de mercadorias da NC, poderá dever-se a três aspectos, que se prendem com limitações dos dados e da metodologia:

- A Extração Interna de Materiais encontrar-se bastante agregada devido aos dados base e à atribuição de categoria NC ter sido somente a uma categoria, quando podem existir dados da extração interna de materiais que deveriam estar distribuídos por mais do que uma categoria NC;
- A uma incorrecta distribuição dos fluxos comerciais em termos de NC, bem como a utilização, no âmbito desta dissertação, dos dados do comércio internacional para 2004, sendo que no período abrangido poderão ter ocorrido alterações, nomeadamente nas categorias de mercadorias transaccionadas;
- Na área urbana considerada poderá existir uma indústria que utilize matérias-primas de uma determinada categoria de mercadoria e que as transforme num determinado produto que aquando da exportação seja contabilizado como um outro tipo de produto, dado ter-lhe sido atribuído um outro código na NC. Um caso deste género é mencionado em Rosado *et al.* (2014) onde é referida a explicação de Hammer e Giljum (2006) para a existência de um valor negativo, na contabilização de materiais consumidos na área metropolitana de Hamburgo, na categoria de materiais “não específico”, em virtude de existir uma indústria cosmética e química significativa e que transforma matérias-primas das principais classes de materiais que exporta grandes quantidades deste tipo de produtos atribuídos à categoria de materiais “não específico”.

#### 3.3.3.1. Consumo interno de materiais pelas categorias das estatísticas de transporte

Tendo por base os valores anteriormente estimados para a Extração Interna de Materiais e Importações e Exportações é possível estimar o indicador de Consumo Interno de Materiais (DMC) com base nos valores respectivos de acordo com a nomenclatura das estatísticas de transporte (Equação 3.17).

$$DMC_{a,j,x} = \text{Extração Interna de Materiais}_{a,j,x} + \text{Importações}_{a,j,x} - \text{Exportações}_{a,j,x} \quad \text{Equação 3.17}$$

Onde: **a** = ano 1999, ..., 2015; **j** = 1, ..., 24 categorias de mercadorias (NST/R) ou 1, ..., 20 categorias de mercadorias (NST); **x** = 1 (AML), 2 (Portugal).

### 3.3.3.2. Consumo interno de materiais pelas categorias de mercadorias da nomenclatura combinada

O cálculo do DMC foi efectuado inicialmente de forma directa, como efectuado no caso das categorias das estatísticas de transporte (Equação 3.18).

$$DMC_{a,i,x} = \text{Extracção Interna de Materiais}_{a,i,x} + \text{Importações}_{a,i,x} - \text{Exportações}_{a,i,x} \quad \text{Equação 3.18}$$

Onde: **a** = ano 1999, ..., 2015; **i** = 1, ..., 13.119 categorias de mercadorias (NC 2004); **x** = 1 (AML), 2 (Portugal).

Dado observarem-se diversas categorias de mercadorias com valores de DMC negativo, corrigiu-se os valores negativos relativos a matérias-primas e de produção animal (identificados com recurso à matriz de fase de ciclo de vida) adicionando o valor absoluto do DMC respectivo à extracção interna de materiais (Tabela 3.11).

**Tabela 3.11** - Variação da Extracção Interna de Materiais após correcção do DMC, e número de mercadorias corrigidos e com DMC negativo para Portugal e AML, 1999-2015.

Ano	Portugal			Área Metropolitana de Lisboa		
	Varição (%)	Mercadorias corrigidas (n.º)	Mercadorias com DMC negativo após correcção (n.º)	Varição (%)	Mercadorias corrigidas (n.º)	Mercadorias com DMC negativo após correcção (n.º)
1999	0,00%	37	1.869	0,20%	35	1.532
2000	0,00%	38	1.875	0,40%	23	939
2001	0,00%	39	1.853	0,80%	45	1.275
2002	0,10%	39	1.944	0,70%	27	1.298
2003	0,10%	37	2.038	0,80%	24	1.198
2004	0,10%	41	2.046	1,00%	33	1.618
2005	0,10%	41	2.010	1,60%	47	1.629
2006	0,10%	41	2.072	2,40%	65	2.030
2007	0,10%	42	2.058	3,20%	37	1.409
2008	0,10%	42	2.092	0,60%	24	1.604
2009	0,10%	36	2.044	0,50%	21	1.393
2010	0,10%	38	2.067	0,50%	27	1.409
2011	0,10%	39	2.250	0,80%	27	1.505
2012	0,10%	44	2.359	2,30%	22	1.491
2013	0,20%	45	2.361	3,10%	25	1.702
2014	0,20%	41	2.331	2,60%	23	1.272
2015	0,20%	39	2.284	2,60%	22	1.243

Tal correcção levou, nos diferentes anos considerados, a um aumento do valor da extracção interna de materiais entre os 3,2% e 0,2% e entre 0,03% e 0,2%, para Portugal e AML, respectivamente. Porém, apesar da correcção anterior, ainda se verificam em ambos diversas mercadorias com valores de DMC negativo.

Uma vez que não é possível seguir todo o percurso das mercadorias e portanto discernir entre o que entra e o que sai, optou-se por calcular o DMC sem recorrer ao valor das exportações por mercadorias, pois o que é identificado como exportação numa determinada mercadoria poderá ser resultado da transformação de outras mercadorias. Para tal determinou-se o valor do DMC por mercadoria a partir do valor do DMI de cada categoria de mercadoria multiplicado pelo quociente entre o DMC e o DMI para o total das mercadorias (Equação 3.19).

$$DMC_{a,i,x} = DMI_{a,i,x} \times \frac{\sum DMC_{a,i,x}}{\sum DMI_{a,i,x}} \quad \text{Equação 3.19}$$

Onde: **a** = ano 1999, ..., 2015; **i** = 1, ..., 13.119 categorias de mercadorias (NC 2004); **x** = 1 (AML), 2 (Portugal).

Ao considerar para o cálculo do DMC os produtos finais e os não finais, corre-se o risco de registar dupla contabilização. Rosado *et al.* (2014) referem que ao distribuir as fases do ciclo de vida por categoria de mercadoria e ao simular a produção local dos produtos o modelo evita a dupla contabilização de materiais. Rosado (2012) adianta que as estatísticas de produção industrial poderão sobrestimar os fluxos devido à referida dupla contabilização, dado registarem a transformação ao longo do ciclo de vida implicando que os mesmos materiais poderão ser adicionados várias vezes.

No âmbito da presente dissertação, apesar de no cálculo do DMC para a área em análise considerar todas as mercadorias independentemente da sua fase no ciclo de vida, a questão da dupla contabilização é minimizada na medida em que os dados da produção industrial não entram directamente para o cálculo do DMC da área, sendo o seu valor resultante dos dados estimados por mercadoria para a Extracção Interna de Materiais, Importações e Exportações. No caso dos fluxos nacionais a produção industrial foi considerada no rácio que permitiu estimar as importações e exportações (vide subcapítulo 3.3.2.2.2). Para além disso os valores obtidos para as importações e exportações por categoria de material foram corrigidos por forma a serem idênticos aos estimados por NST e NST/R.

### 3.3.3.3. Consumo interno de materiais por fase de ciclo de vida

Para determinar qual o DMC por fase do ciclo de vida das mercadorias seria necessário uma análise de ciclo de vida para todas as mercadorias. Por simplificação utilizou-se uma matriz já desenvolvida por Rosado (2012), a ProdChar, onde consta a fase de ciclo de vida de cada produto (nomeadamente matéria-prima, produção animal, produto intermédio e produto final) (Equação 3.20).

$$DMC_{a,i,g,x} = DMC_{a,i,x} \times \text{Matriz de fase de ciclo de vida}_{i,g} \quad \text{Equação 3.20}$$

Onde: **a** = ano 1999, ..., 2015; **i** = 1, ..., 13.119 categorias de mercadorias (NC 2004); **g** = fase de ciclo de vida da mercadoria: 1 (matéria-prima), 2 (produção animal), 3 (produto intermédio), 4 (produto final); **x** = 1 (AML), 2 (Portugal).

### 3.3.3.4. Consumo interno de materiais de produção local

A partir do produto entre a produção industrial e a matriz de grau de fase de ciclo de vida é possível estimar os produtos finais e os produtos não finais por NC produzidos em Portugal e na AML (Equação 3.21).

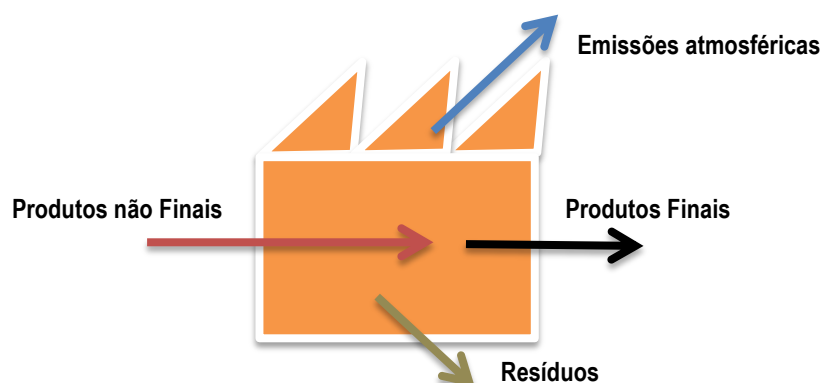
$$\text{Produtos}_{a,i,g,x} = \text{Produção Industrial}_{a,i,x} \times \text{Matriz de fase de ciclo de vida}_{i,g} \quad \text{Equação 3.21}$$

Onde: **a** = ano 1999, ..., 2015; **i** = 1, ..., 13.119 produtos (NC 2004); **g** = fase de ciclo de vida da mercadoria: 1 (matéria-prima), 2 (produção animal), 3 (produto intermédio), 4 (produto final); **x** = 1 (AML), 2 (Portugal).

A produção industrial assenta nos dados das Estatísticas da Produção para 2004. Para os restantes anos teve-se em consideração o índice de produção nacional relativo ao sector industrial do Eurostat, tendo-se admitido que para a AML a percentagem de variação do mesmo seria igual à nacional.

O DMC correspondente aos produtos finais (Equação 3.23) e produtos não finais (Equação 3.22), produzidos e consumidos na área em estudo, resulta da multiplicação entre a produção e um rácio que traduz a percentagem de produtos consumidos na área em estudo e que equivale ao quociente entre o total dos produtos consumidos e os produzidos na AML. Considerou-se o mesmo rácio para os produtos não finais e finais.

Conforme a Figura 3.2, que representa esquematicamente o processo de produção industrial, considerou-se que os produtos finais equivalem aos produtos não finais menos as emissões atmosféricas e resíduos produzidos.



**Figura 3.2** – Representação esquemática do processo de produção industrial.

As emissões do sector industrial consideradas foram as de toneladas de carbono no CO<sub>2</sub> emitido, não se tendo considerado os resíduos pois o peso destes encontra-se incorporado nos produtos.

$$DMC_{a,i,g=4,x} = \text{Produtos finais}_{a,i,g=4,x} \times \left( \frac{\sum DMC_{a,i,g \neq 4,x}}{\sum \text{Produtos finais}_{a,i,g=4,x} + \sum \text{Emissões sector industrial}_{a,x}} \right) \quad \text{Equação 3.23}$$

$$DMC_{a,i,g \neq 4,x} = \text{Produtos não finais}_{a,i,g \neq 4,x} \times \left( \frac{\sum DMC_{a,i,g \neq 4,x}}{\sum \text{Produtos finais}_{a,i,g=4,x} + \sum \text{Emissões sector industrial}_{a,x}} \right) \quad \text{Equação 3.22}$$

Onde: **a** = ano 1999, ..., 2015; **i** = 1, ..., 13.119 categorias de mercadorias (NC 2004); **g** = fase de ciclo de vida da mercadoria: 1 (matéria-prima), 2 (produção animal), 3 (produto intermédio), 4 (produto final); **x** = 1 (AML), 2 (Portugal).

### 3.3.4. Fluxos de atravessamento

Considera-se como fluxos de atravessamento<sup>5</sup> da área de estudo o resultado da diferença entre o que é exportado da AML e o que é exportado a partir da produção local na AML (Equação 3.24).

$$\text{Fluxos de atravessamento}_{a,i,g \text{ AML}} = \text{Exportação}_{a,i,g \text{ AML}} - \text{Exportação Produção Local}_{a,i,g \text{ AML}} \quad \text{Equação 3.24}$$

Onde: **a** = ano 1999, ..., 2015; **i** = 1, ..., 13.119 categorias de mercadorias (NC 2004); **g** = fase de ciclo de vida da mercadoria: 1 (matéria-prima), 2 (produção animal), 3 (produto intermédio), 4 (produto final).

### 3.3.5. Acréscimos líquidos às existências de materiais

Relativamente aos acréscimos líquidos às existências de materiais (NAS), estes foram estimados através do produto entre o DMC e a matriz de tempo de residência (Equação 3.25), que faz parte da base de dados com as características das mercadorias (ProdChar), onde se assinalam as mercadorias que permanecem acumuladas na economia mais do que um ano (e.g. veículos automóveis, mobiliário).

$$NAS_{a,i,x} = DMC_{a,i,x} \times \text{Matriz de tempo de residência}_{i,g,t>1} \quad \text{Equação 3.25}$$

Onde: **a** = ano 1999, ..., 2015; **i** = 1, ..., 13.119 categorias de mercadorias (NC 2004); **t** = tempo de residência (anos); **x** = 1 (AML), 2 (Portugal).

<sup>5</sup> *Crossing Flows*, em inglês, refere-se aos produtos que chegam à AML por via internacional ou nacional mas que não são consumidos na região, seguindo para o resto do país, servindo a AML apenas de entreposto comercial.

### 3.3.6. Emissões internas de materiais

As emissões internas de materiais incluem as emissões atmosféricas, para a água e para o solo - resíduos urbanos (RU), RCD, resíduos industriais e fluxos dissipadores-, apresentando-se nos capítulos seguintes o processo adoptado para o estimar.

#### 3.3.6.1. Emissões atmosféricas, para a água, uso dissipativo de produtos e perdas dissipativas

Tendo por base os valores do INE para as emissões de CO<sub>2</sub> de origem fóssil e com origem na biomassa, por CAE, é possível convertê-los em toneladas de carbono, a partir das massas atómicas respectivas. Desta forma, relativamente ao CO<sub>2</sub>, o oxigénio utilizado nos processos de combustão não é representado, nem à entrada, nem à saída, de modo a manter o balanço mássico consistente.

Uma vez que as emissões se encontravam por CAE, para converter da escala nacional para a da AML, assumiu-se que existe uma relação linear entre o número de trabalhadores por CAE e a quantidade de emissões.

Para efectuar a mesma conversão para as emissões das famílias, de entre as quais as relacionadas com os transportes, considerou-se que existe uma relação linear entre a população e a quantidade de emissões, tendo-se aplicado um rácio entre a população na AML e a de Portugal.

As emissões atmosféricas do sector industrial, correspondem ao somatório das emissões das categorias 1 a 43 da CAE Rev.3.

Relativamente à restantes emissões atmosféricas, foram considerados os compostos orgânicos voláteis não metanosos, metais pesados, poluentes orgânicos persistentes, partículas suspensas e estimadas as toneladas de azoto (N) e carbono (C) nos seguintes gases: metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), óxidos de azoto (NO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO) e amoníaco (NH<sub>3</sub>).

O peso das outras emissões atmosféricas, para além do CO<sub>2</sub>, emitidas pela economia foi obtido pelos valores das Contas Nacionais do INE obtendo-se um valor *per capita* anual que foi depois aplicado à AML. O N e o C foram calculados estequiometricamente.

O mesmo método foi utilizado para estimar as emissões para a água (onde se incluem as emissões de azoto, fósforo, metais pesados e outras substâncias), bem como o uso dissipativo de produtos, como sejam, fertilizantes orgânicos e minerais, lamas de Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR), composto, pesticidas e sementes, e as perdas dissipativas, referentes a abrasão de pneus, erosão e corrosão de infra-estruturas, fugas e acidentes durante o transporte de produtos.

Na Tabela 3.12 apresentam-se as toneladas *per capita* anuais adoptadas para estimar as emissões acima referidas, com base no processo descrito.

**Tabela 3.12-** Toneladas *per capita* anuais adoptadas para estimar as emissões atmosféricas, emissões para a água, uso dissipativo de produtos e perdas à escala regional.

Ano	Outras Emissões Atmosféricas (t/hab.)	Emissões para a água (t/hab.)	Uso dissipativo de produtos (t/hab.)	Perdas dissipativas (t/hab.)
1999	0,22	0,184	0,088	0,001
2000	0,214	0,19	0,091	0,001
2001	0,214	0,182	0,087	0,001
2002	0,221	0,193	0,08	0,001
2003	0,218	0,202	0,088	0,001
2004	0,229	0,208	0,081	0,001
2005	0,244	0,213	0,075	0,001
2006	0,249	0,209	0,073	0,001
2007	0,266	0,211	0,075	0,001
2008	0,278	0,19	0,077	0,001
2009	0,288	0,172	0,08	0,001
2010	0,295	0,191	0,079	0,001
2011	0,307	0,207	0,079	0,001
2012	0,318	0,202	0,078	0,001
2013	0,332	0,208	0,078	0,001
2014	0,345	0,207	0,071	0,001
2015	0,366	0,216	0,072	0,001

### 3.3.6.2. Resíduos urbanos e industriais

Com base nos dados do INE, relativos às Estatísticas dos RU, obtiveram-se os valores para produção dos mesmos, discretizados em termos de destino (*i.e.* aterro, valorização energética, valorização orgânica e reciclagem).

Relativamente aos resíduos industriais, à escala nacional, os valores obtidos através de diferentes estimativas diferem bastante conforme se pode verificar na Tabela 3.13.

As diferenças identificadas prendem-se com as fontes de informação, metodologias e as quantidades declaradas por parte dos produtores. Todos os valores apresentados, com excepção do INR (2003), têm por base os valores oficialmente declarados pelas empresas e mapas de resíduos. Em INR (2003) foi desenvolvida uma metodologia específica e, a partir de informação por unidade industrial obtida através de visitas de campo, extrapolou a produção de resíduos com base em produtos produzidos no país. Foi portanto assumido no âmbito desta dissertação que os dados do INR (2003) seriam os mais fiáveis, tendo-se extrapolado os valores para os restantes anos com base no índice de produção relativo ao sector industrial do Eurostat

**Tabela 3.13** - Estimativas nacionais para a produção anual de resíduos industriais (t) estimadas e reportadas nas diversas fontes consultadas.

Fonte <sup>(1)</sup>	Ano	Produção de Resíduos Industriais (t)
PPNRS (1995)	1994	4.400.000
PESGRI (1999)	1998	20.545.914
PESGRI (2001)	1999	17.368.233
INR (2003)	2001	29.168.219
IDS (2013)	2007	12.681.003
IDS (2013)	2008	10.509.598
IDS (2013)	2009	9.797.803
IDS (2013)	2010	11.408.713

<sup>(1)</sup> **PPNRS** - Projecto de Plano Nacional de Resíduos Sólidos; **PESGRI** - Plano Estratégico de Gestão de Resíduos Industriais; **INR** – Instituto dos Resíduos, **IDS** - Indicadores de Desenvolvimento Sustentável

No que respeita à AML teve-se por base os dados da APA para a produção de resíduos industriais por Concelho da AML em 2003 (CCDR LVT, 2009), e extrapolaram-se os valores para os restantes anos a partir do índice de produção relativo ao sector industrial do Eurostat, tendo-se admitido que para a AML a percentagem de variação seria idêntica à nacional.

### 3.3.6.3. Resíduos de construção e demolição

A dificuldade de obtenção de valores para os RCD, implicou ter em consideração diversas fontes que se apresentam seguidamente, sendo que praticamente todos os autores consultados referem a dificuldade na obtenção de dados fiáveis. Uma justificação para tal dificuldade prende-se com a reduzida adesão ao registo anual conforme referido no PESGRI 99 relativamente ao reduzido montante de toneladas de resíduos declarados pelo sector em 1998 (60.000 t).

Outra justificação, para a referida dificuldade na obtenção de dados fiáveis, é a referida no Plano Nacional de Gestão de Resíduos 2011-2020 - PNGR (APA, 2011) onde é assinalado que nas estatísticas do INE e do Eurostat a produção de RCD gerados corresponde aos resíduos encaminhados para operadores de gestão de resíduos, não contabilizando portanto os resíduos que não são declarados.

No PESGRI (2001) é apresentada a produção de resíduos industriais por código CER (Catálogo Europeu de Resíduos) onde, para o ano de 1999, para o código relativo à categoria de RCD apresenta um valor superior (219.040 t) mas ainda bastante desfasado da realidade. Tal desfasamento verifica-se anos mais tarde, onde com base nas quantidades enviadas e declaradas à

APA, em 2008, o valor para os RCD, capítulo 17 da LER (Lista Europeia de Resíduos) é bastante diminuto (401.153 t e 252.237 t, a nível nacional e da AML, respectivamente).

Na Resolução do Conselho de Ministros n.º 11-C/2015, relativa ao Plano Nacional de Gestão de Resíduos (PNGR) para o horizonte 2014-2020, é referido que em 2009 foram produzidas 1.648 mil toneladas de RCD, das quais o sector da construção é produtor o mais significativo com 975 mil toneladas.

Numa estimativa a nível Europeu, em Symonds (1999), foi assumido para Portugal, em 1997, o valor de produção de RCD *per capita* de 325 kg/hab.ano<sup>6</sup> dada a inexistência de dados estatísticos oficiais, correspondendo a um valor total de 3.293.471 t.

O INR (2003) efectuou um estudo de inventariação de resíduos industriais, no território continental, que apresenta valores de 1.282.673 t para a tipologia de resíduos (CER) relativos à categoria de RCD para 2001.

Melo *et al.* (2011) referem a estimativa de Ruivo e Veiga (2004) de 423 kg/hab.ano, para o ano de 2002, enquanto que Coelho e Brito (2008) indicam uma produção de 199,5 kg/hab.ano, para o ano de 2007, de onde se pode deduzir uma produção total de RCD em Portugal de 4.418.062 t e 2.105.391 t, respectivamente.

Niza (2007), tendo por base os valores *per capita* estimados para cinco países diferentes por Matthews (2000), propõe que se estime este valor a partir da média verificada (454 kg/hab.ano) tendo estimado para Portugal, em 2000, o valor de 4,5 Mt. Contudo, o valor que considerou no seu estudo foi o de 6 Mt tendo por base o valor sugerido por Brito (2003), que por sua vez refere que as estimativas de produção anual de RCD em Portugal não deverão estar muito afastadas de 6 a 10 Mt, com base no inquérito realizado pelo INE que concluiu que a indústria da construção teria produzido em 1995 e 1997, respectivamente, 10.931.628 t e 7.690.749 t.

Coelho e Brito (2011) apresentam uma estimativa de produção de RCD *per capita* de 186 kg/hab.ano, o que equivale a 1.962.921 t, apresentando valores de produção *per capita* por tipo de edifício e para obras públicas, estimados para o ano de 2006.

É adiantada por Coelho e Brito (2011) uma possível justificação para o valor *per capita* estimado ser, por exemplo, inferior ao estimado por Symonds (1999): o forte peso de construções novas em Portugal conduz a uma menor produção de RCD.

Tendo todas estas limitações e dificuldades em consideração, elaborou-se a Tabela 3.14 onde se apresentam os valores reportados e os estimados pelos diversos autores, tendo-se assumido como valor mais fiável de produção de RCD, a nível nacional, o mais elevado (8.148.290 t, ou seja

---

<sup>6</sup> O mesmo valor estimado para a Espanha e Grécia, obtido a partir da média entre 375 kg e 275 kg, que correspondem a duas estimativas do governo Catalão para a Área Metropolitana de Barcelona e outras partes da Catalunha, respectivamente.

771,4 kg/hab.ano, em 2008), reportado no PNGR (APA, 2011) e num documento do INE (2010), correspondendo aos resíduos gerados pela actividade económica da construção. Para os restantes anos, em INE (2010), os valores apresentam uma elevada redução para a qual não se encontra justificação, a não ser que tenham sido incorrectamente declarados.

**Tabela 3.14** - Produção nacional anual de RCD estimadas e reportadas nas diversas fontes consultadas.

Fonte	1995 (t)	1997 (t)	1998 (t)	1999 (t)	2000 (t)	2001 (t)	2002 (t)	2004 (t)	2005 (t)
Eurostat (website)								2.625.939	
INE (2010); PNGR (2011)								2.625.930	5.212.520
PESGRI 1999			60.000						
PESGRI 2002				219.040					
Brito (2003) - INE	10.900.000	7.700.000							
IR (2003)						1.282.673			
Niza (2007)					6.000.000				
Symonds (1999) *		3.293.471							
Ruivo e Veiga (2004) *							4.418.062		

Fonte	2006 (t)	2007 (t)	2008 (t)	2009 (t)	2010 (t)	2011 (t)	2012 (t)	2013 (t)	2014 (t)	2015 (t)
OCDE (website)	3.607		1.364		1.780		927			
Eurostat (website)	3.607.449		1.364.419		1.779.897		928.394		1.512.950	
INE (2010); PNGR (2011)	3.607.232	5.674.248	<b>8.148.290</b>	3.152.098						
Martinho <i>et al.</i> (2015) - INE			2.096.475	2.146.524	2.195.128	2.522.541	1.224.861	1.746.652		
Martinho <i>et al.</i> (2015) - APA			1.647.795							
Carrola (2017) -APA									1.586.778	1.558.148
INE (website)			1.364.418	1.678.584	1.779.898	2.075.929	928.397	1.481.030	1.512.949	626.902
PNGR 2011				1.648.000						
Coelho e Brito (2008) *		2.105.391								
Coelho e Brito (2011) *		1.959.755								

\* Valor estimado com base na produção de RCD *per capita* estimada pela fonte.

O valor *per capita* de produção de RCD (Tabela 3.15) foi estimado tendo em consideração a variação do número de edifícios concluídos relativamente a 2008.

**Tabela 3.15** - Produção *per capita* anual, 1999-2015, adoptada para estimar os RCD.

Ano	Portugal (t/hab.ano)	AML (t/hab.ano)	Lisboa (t/hab.ano)
1999	1,134	0,948	0,525
2000	1,136	0,976	0,660
2001	1,175	0,893	0,454
2002	1,228	1,002	0,362
2003	1,106	0,834	0,462
2004	0,914	0,738	0,092
2005	0,944	0,809	0,029
2006	0,860	0,841	0,366
2007	0,838	0,878	0,654
2008	0,771	0,771	0,771
2009	0,644	0,633	0,862
2010	0,544	0,515	0,607
2011	0,491	0,432	0,721
2012	0,418	0,344	0,992
2013	0,305	0,207	0,521
2014	0,242	0,150	0,492
2015	0,208	0,125	0,425

### 3.3.7. Balanço material

Para efeitos de balanço foi ainda estimada a quantidade de água em vegetais e os produtos líquidos, conforme se apresenta seguidamente:

- Para estimar a quantidade de água em vegetais recorreu-se ao valor referido por Niza (2007) de 80% de teor de água nas mercadorias agrícolas;
- Quanto aos produtos líquidos, estes são estimados conforme descrito no capítulo seguinte e correspondem à categoria O<sub>2</sub> (Outros materiais – Líquidos) da classificação MatCat, assume-se, tal como Niza (2009), que são dispersos, correspondendo, por exemplo, a 67% das tintas e vernizes, 30% de líquidos para transmissões hidráulicas ou 100% das águas minerais.

O balanço poderá ser efectuado somando a extracção interna de materiais com as importações e subtraindo as exportações, emissões e a NAS (Equação 3.26).

$$\sum \text{Extracção Interna de Materiais}_{a,i,x} + \sum \text{Importações}_{a,i,x} - \sum \text{Exportações}_{a,i,x} - \sum \text{Emissões}_{a,i,x} - \sum \text{NAS}_{a,i,x} = 0 \quad \text{Equação 3.26}$$

Onde: **a** = ano 1999, ..., 2015; **i** = 1, ..., 13.119 categorias de mercadorias (NC 2004); **x** = 1 (AML), 2 (Portugal).

### 3.3.8. Conversão das categorias de mercadorias em actividades económicas

A tabela de comércio internacional identifica qual a actividade económica, segundo o fluxo comercial (importação ou exportação), a que cada categoria de mercadoria é alocada, tendo-se assumido que as importações provenientes do resto do território nacional teriam a mesma distribuição por actividades económicas que as importações internacionais e que o consumo doméstico de mercadorias tem a mesma alocação da importação das mesmas.

Com base nos valores do fluxo de importação, cuja CAE estava identificada, elaborou-se uma tabela *pivot* onde para cada NC constavam os totais de massa líquida por CAE. Para obter o peso de cada CAE dividiu-se para cada NC em cada CAE, o valor de massa líquida nessa CAE pelo total da massa líquida na NC. Deste modo criou-se uma matriz considerando os dados de comércio internacional para a NUT relativa à AML. Das 13.119 categorias de mercadorias da NC 2004, 3.350 não se encontravam cobertas pelo rácio anterior, pelo que se aplicou por grupo de NC (4 dígitos) o mesmo procedimento e arbitrou-se para cada NC em falta o valor do grupo de NC respectivo, ou adoptou-se o valor de uma mercadoria NC semelhante.

Com base na matriz de distribuição por actividade económica anteriormente determinada é possível estimar o consumo interno de materiais por actividade económica por multiplicação da matriz anterior pela de DMC por categoria de mercadoria na NC 2004 (Equação 3.27).

$$DMC_{a,i,c,x} = DMC_{a,i,x} \times \text{Matriz de distribuição por actividade económica}_{i,c} \quad \text{Equação 3.27}$$

Onde: **a** = ano 1999, ..., 2015; **i** = 1, ..., 13.119 categorias de mercadorias (NC 2004); **c** = 1, ... 99 níveis de divisão das actividades económicas (CAE Rev.2.1); **x** = 1 (AML), 2 (Portugal).

### 3.3.9. Conversão das mercadorias em materiais

A nomenclatura MatCat, desenvolvida por Rosado *et al.* (2014), adapta a nomenclatura do Eurostat, agrupando os materiais em grandes tipos de mercadorias e as possibilidades que estas oferecem como futuras fontes de materiais, definindo 6 categorias principais, que englobam 28 subcategorias de materiais (Tabela 3.16).

**Tabela 3.16-** Nomenclatura MatCat, categorias e subcategorias (Rosado *et al.*, 2014 – tradução livre).

<b>Combustíveis fósseis (FF)</b>	FF1 - Combustíveis com baixo teor de cinzas
	FF2 - Combustíveis com alto teor de cinzas
	FF3 - Lubrificantes e óleos e solventes
	FF4 - Plásticos e borrachas
<b>Minérios Metálicos (MM)</b>	MM1 - Ferro, metais de liga de aço e metais ferrosos
	MM2 - Metais leves
	MM3 - Metais pesados não-ferrosos
	MM4 - Metais especiais
	MM5 - Combustíveis nucleares
	MM6 - Metais preciosos
<b>Minerais não-metálicos (NM)</b>	NM1 - Areia
	NM2 - Cimento
	NM3 - Barro
	NM4 - Pedra
	NM5 - Outros (fibras, sal, partes inorgânicas dos animais)
<b>Biomassa (BM)</b>	BM1 - Biomassa agrícola
	BM2 - Biomassa animal
	BM3 - Biomassa têxtil
	BM4 - Óleos e gorduras
	BM5 - Açúcares
	BM6 - Madeira
	BM7 - Papel e cartão
	BM8 - Biomassa não especificada
<b>Químicos e fertilizantes (CF)</b>	CF1 - Álcoois
	CF2 - Produtos químicos e farmacêuticos
	CF3 - Fertilizantes e pesticidas
<b>Outros (O)</b>	O1 - Não especificado
	O2 - Líquidos

Na base de dados ProdChar é feita a conversão dos produtos em materiais atribuindo a cada mercadoria da NC 2004 a respectiva composição em cada categoria do MatCat, obtendo-se o DMC por categoria de material (Equação 3.28) a partir do produto entre a percentagem relativa à composição material e a respectiva quantidade de DMC (Rosado *et al.*, 2014).

$$DMC_{a,m,x} = DMC_{a,i,x} \times \text{Matriz de categorias de materiais}_{i,m} \quad \text{Equação 3.28}$$

Onde: **a** = ano 1999, ..., 2015; **i** = 1, ..., 13.119 categorias de mercadorias (NC 2004); **m** = 1, ..., 28 categorias de materiais (MATCAT); **x** = 1 (AML), 2 (Portugal).

O mesmo tipo de cálculo foi efectuado para estimar por categoria de material outros indicadores, nomeadamente DMI e exportações.

Foi detectado, na base de dados ProdChar, que a cerca de 2.775 categorias de mercadorias não se encontrava atribuída qualquer percentagem em termos da sua composição na nomenclatura MatCat, pelo que se procedeu à sua correcção com base na composição, na mesma nomenclatura, de mercadorias semelhantes.

### 3.3.10. Distribuição espacial do consumo interno de materiais

Para efectuar a conversão entre as escalas espaciais considera-se que o DMC é influenciado directamente pela distribuição espacial de diferentes factores de conversão pelas actividades económicas na área para a qual se pretende converter os dados. O DMC para cada categoria de mercadoria NC na área geográfica para a qual se pretende extrapolar é assim obtida pelo produto entre o DMC obtido a outra escala e a matriz de distribuição espacial (Equação 3.29).

$$\text{DMC}_{a,i,c,x} = \text{DMC}_{a,i,c,y} \times \text{Matriz de distribuição espacial}_{a,c,x} \quad \text{Equação 3.29}$$

Onde: **a** = ano 1999, ..., 2015; **i** = 1, ..., 13.119 categorias de mercadorias (NC 2004); **c** = 1, ... 99 níveis de divisão das actividades económicas (CAE Rev.2.1); **x** – área geográfica para a qual se pretende converter os dados; **y** – área geográfica a partir da qual se irão converter os dados.

À semelhança de Rosado *et al.* (2014), no âmbito desta dissertação foram elaboradas matrizes de distribuição espacial para a AML a partir de Portugal, e para o município de Lisboa a partir da AML. No entanto, foram testados novos factores de conversão além do aplicado no trabalho referido.

Além do número de trabalhadores, foram também aplicados os factores consumo final de energia eléctrica, valor acrescentado bruto (VAB) das empresas e as vendas de produtos do petróleo no mercado interno. Para testar os resultados após extrapolação (*vide* capítulo 4.2), e por se considerar que o DMC não seria correctamente extrapulado caso se considerasse somente um factor para todas as CAE, foram elaboradas mais três matrizes de distribuição espacial, tendo por base a combinação dos diferentes factores atrás mencionados (*vide* capítulo 3.3.10.1) por secção de actividade económica: uma com base numa escolha fundamentada teoricamente; outra com base na correlação entre os valores obtidos por cada factor e os obtidos por aplicação do modelo UMAN; e ainda outra com base somente nos dois factores relacionados com a energia. Comparando os resultados, verifica-se que os factores que apresentam menor diferença nos valores estimados por extrapolação, relativamente aos estimados pelo modelo UMAN, são os factores energéticos (consumo final de energia eléctrica e venda de produtos de petróleo), pelo que se elaborou uma matriz de distribuição espacial, com base somente nestes dois factores energéticos por secção CAE.

Para todos os factores considerados obteve-se a percentagem por CAE da área geográfica para a qual se pretende converter os dados relativamente à área geográfica a partir da qual se irão converter os dados.

Relativamente ao consumo final de energia eléctrica por actividade económica, de 1999 a 2007, os valores disponíveis encontravam-se por sector agregado, pelo que os valores relativos a estes anos foram estimados com base na taxa de variação verificada entre os respectivos anos, tendo-se por base o ano 2008 que se encontrava por sector CAE e para o qual se agregou da mesma forma que se encontravam os dados no período 1999 a 2007.

Considerou-se que o VAB das empresas por actividade económica também traduz o consumo, pois inclui o volume de negócios deduzido ao custo das matérias-primas.

Quanto às vendas de produtos do petróleo no mercado interno, de 1999 a 2007, os valores encontram-se disponíveis por CAE somente até à escala do distrito, pelo que se considerou que as vendas para os diferentes sectores da CAE, à escala regional e municipal, teriam a mesma variação nestes anos.

### 3.3.10.1. Discussão sobre os factores de extrapolação por sector CAE

Os factores de extrapolação utilizados por cada sector CAE com base numa justificação teórica, são descritos na Tabela 3.17. Nos parágrafos seguintes apresenta-se a justificação respectiva, por cada sector CAE, do factor utilizado.

**Tabela 3.17** - Factores de extrapolação utilizados por cada sector CAE, na matriz de distribuição espacial.

Sector CAE	Número de trabalhadores	VAB das empresas	Consumo de energia eléctrica	Venda de produtos do petróleo
Secção A - Agricultura, produção animal, caça e silvicultura				x
Secção B - Pesca				x
Secção C - Indústrias extractivas		x		
Secção D - Indústrias transformadoras			x	
Secção E - Produção e distribuição de electricidade, gás e água			x	
Secção F - Construção		x		
Secção G - Comércio por grosso e a retalho; reparação de veículos automóveis, motociclos e de bens de uso pessoal e doméstico	x			
Secção H - Alojamento e restauração (restaurantes e similares)			x	
Secção I - Transportes, armazenagem e comunicações				x
Secção J - Actividades financeiras	x			
Secção K - Actividades imobiliárias, alugueres e serviços prestados às empresas	x			
Secção L - Administração Pública, defesa e segurança social «obrigatória»	x			
Secção M - Educação	x			
Secção N - Saúde e acção social	x			
Secção O - Outras actividades de serviços colectivos, sociais e pessoais	x			

- **Secção A — Agricultura, produção animal, caça e silvicultura**

Esta secção engloba duas subcategorias com características diferentes (1 - Agricultura, produção animal, caça e actividades dos serviços relacionados; e 2- Silvicultura, exploração florestal

---

e actividades dos serviços relacionados), pelo que se analisaram ambas.

Relativamente ao sector relacionado com a agricultura considera-se que o número de trabalhadores não será o melhor factor para extrapolação, dado que a agricultura mais produtiva, é a mais tecnologicada e que apresenta um número mais reduzido de agricultores, comparativamente à agricultura familiar (PDR 2020). Daí que o número de trabalhadores possa não traduzir a produção e consumo no sector.

O VAB, também poderá não ser um bom indicador na medida em que, conforme se encontra referido no PDR 2020, se regista um aumento muito superior dos preços dos consumos intermédios relativamente aos preços da produção, o que exerce uma pressão negativa significativa sobre os rendimentos dos agricultores apresentando os preços dos produtos agrícolas uma maior volatilidade comparativamente às restantes actividades económicas. Tal conduz a que as variações no VAB ao invés de corresponderem a variações na produção e, conseqüentemente, no consumo, correspondem a variações nos preços dos consumos intermédios.

Quanto ao consumo final de energia eléctrica no sector agrícola, este não é muito significativo quando comparado com outros sectores. Por exemplo, em 2003, representava apenas 2% do consumo total de energia em Portugal, enquanto o sector da indústria representava 40% e o doméstico 20% (MADRP, 2005). De facto, em termos de consumo final de energia, a mais forte dependência do sector é do petróleo, sendo em 2003 de 78%, enquanto a electricidade representa somente 18% (MADRP, 2005).

Assim sendo, o factor utilizado na extrapolação para o sector agrícola será o consumo de produtos derivados de petróleo, pois, conforme MADRP (2005), na estrutura de custos das explorações agrícolas o peso médio dos combustíveis é cerca de 5%, sendo apenas superado, em termos de consumos intermédios, por três itens (alimentos concentrados, fertilizantes e correctivos, consumo e reparação de equipamento).

No que diz respeito ao tecido empresarial do sector silvícola este é maioritariamente constituído por empresas de menor dimensão, com uma média de 4,1 pessoas/empresa (AIFF, 2013). No entanto, as estimativas oficiais do número de trabalhadores podem-se encontrar subestimadas (Mendes, 2004) e, tal como no sector agrícola, possivelmente estas empresas de pequena dimensão apresentam menor produtividade que as de maior dimensão, como as geridas pela indústria do papel e celulose que gerem 28% das florestas de eucalipto (Mendes, 2004). Desta forma, não foi considerado o número de trabalhadores como factor de extrapolação.

Na produção silvícola o rendimento do sector, conforme se encontra referido no PDR 2020, tem vindo a diminuir na última década, o que resulta da forte degradação dos preços da produção silvícola relativamente aos preços dos consumos intermédios (e.g. plantas, energia, adubos, serviços silvícolas), sendo um factor muito fragmentado e com frágil organização da produção e, portanto, com reduzida capacidade negocial. Assim, à semelhança da agricultura, não se considerou o VAB como

factor extrapolação.

Considera-se que o consumo final de energia eléctrica no sector silvícola não está directamente relacionado com a produção, pelo que o factor que se irá considerar será também a venda de produtos derivados de petróleo, que poderá traduzir a produção ao estar associado ao consumo pelas máquinas florestais. De facto, de acordo com MADRP (2005), as máquinas florestais são responsáveis por 6,8% do consumo de gasóleo do Continente.

- **Secção B - Pesca**

O número de trabalhadores não será um bom factor para extrapolação neste sector pois as embarcações responsáveis pelo maior número de postos de trabalho (embarcações de pesca local) não representam a maior tonelagem (embarcações de pesca costeira e de pesca ao largo) (MARE 2000-2006).

O VAB, também não será considerado como indicador de extrapolação pois tem-se registado um agravamento dos custos de produção, nem sempre acompanhados pela variação dos preços do pescado (PROMAR 2007-2013).

Relativamente ao consumo de energia, o sector pesqueiro apresenta uma forte intensidade no consumo de gasóleo e uma baixa intensidade no consumo de electricidade (MADRP, 2005), razão pela qual o factor de extrapolação para este sector será a venda de produtos derivados de petróleo.

- **Secção C - Indústrias extractivas**

O sector das indústrias extractivas representa na UE-27 o maior valor de produtividade de todas as categorias CAE, porém tal valor é bastante influenciado pela extracção de petróleo e de gás natural, que em Portugal não ocorre (Eurostat, 2011). No que concerne à indústria extractiva não energética europeia esta emprega 295.000 trabalhadores, em cerca de 18.300 empresas com um volume de negócios de 45,9 mil milhões de euros (EESC, 2009), assumindo este sector em Portugal particular relevância ao ocupar o 9º lugar no *ranking* mundial dos países produtores de pedra natural (AEP, 2003).

Em termos de custos operacionais do sector, em 2003, 6% refere-se a gastos com energia e 21% a gastos com pessoal, sendo os restantes 63% gastos relacionados com compras de materiais e de serviços (CEC, 2007), o que levou numa primeira fase a considerar-se como factor o número de trabalhadores ao invés dos factores relacionados com o consumo de energia.

Em 2003, na maior parte dos Estados-Membros a importância deste sector foi superior em termos de VAB do que em termos de emprego o que indica uma aparentemente elevada produtividade por trabalhador (Eurostat, 2006), pelo que se considerou o VAB como variável de extrapolação ao invés do número de trabalhadores.

---

- **Secção D — Indústrias transformadoras**

A indústria transformadora apresenta o maior número de pessoas empregadas e VAB de entre as todas as secções da CAE a nível da UE-27 (Eurostat, 2011), contudo, ao englobar uma grande diversidade de actividades, apresenta desempenhos muito diferentes nos factores considerados.

Por exemplo, somente as actividades associadas à construção e mobiliário de madeira, apresentam reduzida produtividade por trabalhador, com excepção da dedicada aos painéis de madeira mas que apenas representa 3% dos trabalhos associados ao sector florestal e que resulta dos elevados investimentos tecnológicos (Louro, 2014). Deste modo, como factor de extrapolação não será seleccionado o número de trabalhadores ou o VAB.

A introdução de novas tecnologias tem transformado a indústria intensiva em trabalho numa indústria cada vez mais intensiva em capital, induzindo uma alteração na estrutura de custos das empresas, sendo a componente com um peso significativo maior o custo dos materiais, e o menor o custo de mão-de-obra directa (Gomes, 2004).

A indústria é o segundo maior consumidor de energia a nível nacional, sendo a indústria transformadora responsável por 90,5% do consumo (ADENE, 2015). De 2000 a 2013, o consumo de energia eléctrica tem-se mantido com um dos mais relevantes, representando 25 e 30% do consumo de energia final, respectivamente, comparativamente às outras formas de energia, nomeadamente os derivados de petróleo, que sofreram uma redução no consumo de energia final de 25 para 12%. (ADENE, 2015).

Deste modo, o factor de extrapolação para esta secção será o consumo final de energia eléctrica.

- **Secção E - Produção e distribuição de electricidade, gás e água**

A produção e distribuição de electricidade encontram-se, naturalmente, relacionadas com o consumo de energia eléctrica final. O mesmo se passa com a produção e distribuição de água, tendo um peso entre 25 e 40% no custo da energia nos custos operacionais dos serviços de abastecimento de água, sendo o ciclo urbano da água responsável por cerca de 3 a 4% do consumo de energia eléctrica em Portugal (PENSAAR 2020), sendo utilizado, para esta secção, como factor de extrapolação o consumo final de energia eléctrica.

- **Secção F - Construção**

O sector da construção apresenta uma cadeia de valor muito alargada, sendo tradicionalmente apontado como um dos motores da economia e gerador de emprego, responsável por 6% do VAB e 11% do emprego, de acordo com dados de 2005 (AEP, 2007).

Dado estar assente em mão-de-obra, o número de trabalhadores poderia ser um bom factor de extrapolação. Contudo este é o sector com maior incidência de trabalho não declarado (Renooy, 2004), concentrando 19% de todo o trabalho não declarado na UE-28 (Cremers, 2017). Por este motivo, o factor adoptado para esta secção será o VAB.

- **Secção G - Comércio por grosso e a retalho; reparação de veículos automóveis, motociclos e de bens de uso pessoal e doméstico**

Em termos de consumo de energia, nesta secção há uma diferença significativa entre as fileiras. A nível do comércio relacionado com produtos alimentares estes consomem 82% de electricidade e 18% em outras fontes de energia, sendo que devido às suas necessidades de refrigeração e de AVAC (aquecimento, ventilação e ar condicionado), consomem três vezes mais energia por m<sup>2</sup> do que os associados ao comércio de produtos não alimentares (Jamieson, 2014). Devido a estas diferenças não se consideraram estes factores na extrapolação.

Portugal apresenta, de acordo com OXIRM (2014) uma das mais elevadas proporções de VAB gerado através da actividade de retalho (8,9%) na UE, apenas superado por Espanha (9%), Eslováquia (10%) e Chipre (10,3%). De facto, quer em termos de VAB ou número de postos de trabalhos, o comércio por grosso e retalho surge destacado em todos eles como o sector mais representativo entre todos os restantes sectores de actividade, em 2015, com uma proporção de 17 e 21%, respectivamente (BDO, 2016). Nesta secção ambos os factores VAB e número de trabalhadores poderiam ser escolhidos, tendo-se optado pelo último como factor de extrapolação dada a sua ligeira superior relevância.

- **Secção H - Alojamento e restauração (restaurantes e similares)**

Este sector tem um elevado número de trabalhadores em *part-time* (cerca de um terço na UE (Eurofound, 2012), e é caracterizado por um elevado número de trabalhadores não pagos, no caso de negócios familiares (Eurostat, 2011), sendo um sector típico, a par da construção, onde ocorre trabalho não declarado (Renooy, 2004).

Este sector apresenta, entre os Estados-Membros da UE, uma reduzida percentagem do VAB relativamente aos restantes sectores, 7% no caso nacional, em 2015 (Katseli, 2016), pelo que não se considerou este factor para extrapolação.

Quanto ao consumo de energia estes são relevantes surgindo, no caso do sector do alojamento, em segundo lugar dos custos logo após os custos com os trabalhadores (Bohdanowicz, 2001). Já no caso dos restaurantes os custos com energia representam 38% do rendimento bruto (Friend, 1991). Relativamente aos tipos de energia, a energia mais consumida, em 2010, tanto no alojamento como na restauração, é a electricidade, representando cerca de 59% e 79% do consumo total destes sectores (Turismo de Portugal, 2011), pelo que se considerou como factor de extrapolação o consumo final de energia eléctrica.

---

- **Secção I - Transportes, armazenagem e comunicações**

O sector dos transportes é o maior consumidor final de energia no balanço energético representando os produtos derivados de petróleo 98,5% do consumo total de energia (ADENE, 2015), razão pela qual para esta secção o factor de extrapolação será a venda de produtos derivados do petróleo.

- **Secção J a O**

Estas secções (Secção J - actividades financeiras, Secção K - actividades imobiliárias, alugueres e serviços prestados às empresas, Secção L - administração pública, defesa e segurança social «obrigatória», Secção M – educação, Secção N - saúde e acção social, Secção O - outras actividades de serviços colectivos, sociais e pessoais) são sobretudo serviços. Considera-se como factor de extrapolação o número de trabalhadores, na medida em que se trata, na sua maior parte, de actividades desenvolvidas em escritório.

### **3.3.10.2. Factores de extrapolação, relacionados com a energia, por sector CAE**

Ao utilizar os factores de extrapolação descritos verificam-se diferenças significativas relativamente aos resultados por aplicação do modelo UMAN (141% no DMC total), e os factores cuja extrapolação apresenta menor diferença relativamente aos do modelo são os relacionados com a energia. Elaborou-se então uma matriz de distribuição espacial com base somente em dois factores, seleccionados por sector CAE: consumo final de energia eléctrica e venda de produtos de petróleo (Tabela 3.18).

Apresentam-se em seguida as razões que levaram à escolha de um dos factores relacionados com a energia nos sectores para os quais se tinha seleccionado anteriormente factores relacionados com o VAB ou o número de trabalhadores.

**Tabela 3.18** - Factores de extrapolação, relacionados com energia, utilizados por cada sector CAE, na matriz de distribuição espacial.

Sector CAE Rev. 2.1	Consumo de energia eléctrica	Venda de produtos do petróleo
Secção A - Agricultura, produção animal, caça e silvicultura		x
Secção B - Pesca		x
Secção C - Indústrias extractivas		x*
Secção D - Indústrias transformadoras	X	
Secção E - Produção e distribuição de electricidade, gás e água	X	
Secção F - Construção		x*
Secção G - Comércio por grosso e a retalho; reparação de veículos automóveis, motociclos e de bens de uso pessoal e doméstico	x* (CAE 51 e 52)	x* (CAE 50)
Secção H - Alojamento e restauração (restaurantes e similares)	X	
Secção I - Transportes, armazenagem e comunicações		x
Secção J - Actividades financeiras	x*	
Secção K - Actividades imobiliárias, alugueres e serviços prestados às empresas	x*	
Secção L - Administração Pública, defesa e segurança social «obrigatória»	x*	
Secção M - Educação	x*	
Secção N - Saúde e acção social	x*	
Secção O - Outras actividades de serviços colectivos, sociais e pessoais	x*	

\* Factor alterado face ao seleccionado no subcapítulo 3.3.10.1.

- **Secção C e F**

Para estas secções optou-se pelas vendas de produtos de petróleo, pois considera-se que os consumos energéticos mais significativos nestes tipos de sectores estarão relacionados com a operação de máquinas e equipamentos.

- **Secção G - Comércio por grosso e a retalho; reparação de veículos automóveis, motociclos e de bens de uso pessoal e doméstico**

Como mencionado anteriormente, o consumo de energia eléctrica é bastante significativo, nomeadamente no comércio relacionado com produtos alimentares. Porém, para a actividade CAE 50 (comércio, manutenção e reparação de veículos automóveis e motociclos; comércio a retalho de combustíveis para veículos) optou-se pela venda de produtos de petróleo pois a movimentação destes veículos e a sua manutenção se suportam essencialmente em produtos petrolíferos.

- **Secção J a O**

Sendo actividades associadas a trabalho de escritório, considera-se que estarão fortemente relacionados com os consumos de energia eléctrica.

### **3.3.10.3. Factores de extrapolação por sector CAE, com base na relação entre factores de extrapolação e o DMC a nível regional**

Efectuando uma análise de correlação entre o peso do DMC regional, relativamente ao nacional, e o peso de cada um dos quatro factores por CAE, elaborou-se uma nova matriz de distribuição espacial com base nos factores que apresentem uma maior correlação (Tabela 3.19).

De referir, que nesta, e nas restantes análises de relações entre variáveis ao longo da presente dissertação, recorreu-se ao cálculo dos coeficientes de Pearson e de Spearman, para avaliar se a correlação é estatisticamente significativa, se esta relação é linear e se as variáveis variam ou não no mesmo sentido ou, se apesar de a relação não ser linear, evoluem no mesmo sentido, respectivamente (Tabela 3.20). Para tal recorreu-se ao *software* SPSS e classifica-se a correlação segundo os critérios de Franzblau (1958) da Tabela 3.19.

**Tabela 3.19** – Classificação da correlação segundo os critérios de Franzblau (1958).

<b>Coefficiente de correlação</b>	<b>Intensidade</b>
$r < 0,2$	correlação negligenciável
$0,2 < r < 0,4$	correlação fraca
$0,4 < r < 0,6$	correlação moderada
$0,6 < r < 0,8$	correlação forte
$r > 0,8$	correlação muito forte

**Tabela 3.20** - Correlação entre o DMC por Secção CAE à escala nacional e regional (AML) estimado através do modelo UMAN, para o período 1999 a 2015.

Secção CAE Rev. 2.1	Coeficiente de correlação de Pearson				Coeficiente de correlação de Spearman			
	Número de trabalhadores	VAB das empresas	Consumo de energia eléctrica	Venda de produtos do petróleo	Número de trabalhadores	VAB das empresas	Consumo de energia eléctrica	Venda de produtos do petróleo
Secção A - Agricultura, produção animal, caça e silvicultura	-0,16	0,22	-,521*	-0,19	-0,14	0,16	-,659**	-0,26
Secção B - Pesca	0,37	0,41	-0,46	,544*	0,29	0,48	-0,27	,591*
Secção C - Indústrias extractivas	-0,26	-0,49	-0,06	0,18	-0,07	-0,47	-0,11	0,20
Secção D - Indústrias transformadoras	,575*	,907**	0,05	,700**	,626**	,860**	0,09	,610**
Secção E - Produção e distribuição de electricidade, gás e água	0,12	0,24	-0,24	0,44	0,18	0,35	-0,30	0,22
Secção F - Construção	-0,06	,618*	-0,04	,626**	-0,12	0,52	-0,03	0,41
Secção G - Comércio por grosso e a retalho; reparação de veículos automóveis, motociclos e de bens de uso pessoal e doméstico	,525*	-0,07	,565*	0,40	,574*	0,07	,635**	,561*
Secção H - Alojamento e restauração (restaurantes e similares)	-,652**	,727**	0,06	-,742**	-,659**	,748**	0,26	-,814**
Secção I - Transportes, armazenagem e comunicações	,519*	0,13	0,22	0,34	0,36	0,08	0,15	0,20
Secção J - Actividades financeiras	0,03	-0,24	-0,18	0,14	-0,03	-0,16	0,03	0,16
Secção K - Actividades imobiliárias, alugueres e serviços prestados às empresas	0,45	,711**	-,637**	-,709**	0,45	,776**	-,490*	-,686**
Secção L - Administração Pública, defesa e segurança social «obrigatória»	-0,07	.c	,527*	,497*	0,13	0,00	0,37	0,36
Secção M - Educação	,605*	-,765**	-0,22	-0,17	,535*	-,629*	0,03	-0,24
Secção N - Saúde e acção social	-,505*	-0,01	-0,03	,567*	-0,45	-0,18	-0,03	,551*
Secção O - Outras actividades de serviços colectivos, sociais e pessoais	-0,08	-0,07	0,42	0,20	-0,05	-0,06	0,28	0,24
Total	0,31	0,44	,573*	,567*	0,26	0,41	,645**	,529*

\*. A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades).

\*\*.. A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).

c. Não é possível calcular porque pelo menos uma das variáveis é constante.

Apesar de estas correlações apenas indicarem se os pesos dos factores e do DMC evoluem no mesmo sentido e se as correlações são ou não lineares, é interessante constatar que, em termos de DMC total, os factores que apresentam correlação positiva e estatisticamente significativa são os relacionados com a energia.

Com base nas justificações que se apresentam nos parágrafos seguintes elaborou-se uma matriz de distribuição espacial considerando os factores por CAE conforme Tabela 3.21.

**Tabela 3.21** - Factores de extrapolação utilizados por cada sector CAE, na matriz de distribuição espacial.

Sector CAE	Número de trabalhadores	VAB das empresas	Consumo de energia eléctrica	Venda de produtos do petróleo
Secção A - Agricultura, produção animal, caça e silvicultura		X		
Secção B - Pesca				x
Secção C - Indústrias extractivas				x
Secção D - Indústrias transformadoras		X		
Secção E - Produção e distribuição de electricidade, gás e água				x
Secção F - Construção				x
Secção G - Comércio por grosso e a retalho; reparação de veículos automóveis, motociclos e de bens de uso pessoal e doméstico			x	
Secção H - Alojamento e restauração (restaurantes e similares)		X		
Secção I - Transportes, armazenagem e comunicações	x			
Secção J - Actividades financeiras	x			
Secção K - Actividades imobiliárias, alugueres e serviços prestados às empresas	x			
Secção L - Administração Pública, defesa e segurança social «obrigatória»			x	
Secção M - Educação	x			
Secção N - Saúde e acção social				x
Secção O - Outras actividades de serviços colectivos, sociais e pessoais			x	

- **Secção A — Agricultura, produção animal, caça e silvicultura**

Ao nível da secção A, não se registou nenhuma correlação linear positiva significativa, apenas uma correlação linear negativa com o factor de consumo de energia eléctrica. Não se encontrou, no entanto, uma justificação para o peso do DMC regional reduzir caso aumente o consumo de energia eléctrica. Também não se encontrou nenhuma correlação positiva, estatisticamente significativa, recorrendo ao coeficiente de correlação de Spearman. Deste modo, considerou-se como factor de extrapolação, apesar de a correlação ser fraca e não estatisticamente significativa, o VAB. O único factor que apresenta uma correlação linear positiva para este sector. Contudo, é necessário ter em consideração, conforme referido em 3.3.10.1, que os rendimentos dos agricultores sofrem uma pressão negativa devido aos preços dos consumos intermédios relativamente aos preços da produção (PDR 2020), pelo que as variações no VAB poderão meramente corresponder a variações nos preços dos consumos intermédios.

- **Secção B – Pesca**

Para a secção B, manteve-se a escolha inicial pelo factor de “venda de produtos de petróleo”, sendo o único a apresentar uma correlação linear positiva e estatisticamente significativa.

---

- **Secção C - Indústrias extractivas**

Na secção C, manteve-se a escolha pelo mesmo factor da matriz que combina factores relacionados com a energia, ou seja “venda de produtos de petróleo”, sendo o único a apresentar uma correlação linear positiva, apesar de esta não ser estatisticamente significativa e poder ser considerada negligenciável. Recorrendo ao coeficiente de correlação de Spearman, também não foi encontrada nenhuma correlação positiva e estatisticamente significativa.

- **Secção D — Indústrias transformadoras**

No caso da secção D, exceptuando o factor relacionado com a energia eléctrica, todos apresentam correlação linear positiva e estatisticamente significativa, sendo esta muito forte para o VAB das empresas, pelo que foi este o factor seleccionado.

- **Secção E - Produção e distribuição de electricidade, gás e água**

Não foi encontrada uma correlação estatisticamente significativa para a secção E, através de ambos os coeficientes. Esta é, ao contrário do que se esperava, negativa para o indicador relacionado com a energia eléctrica. Porém, regista-se uma correlação linear positiva moderada com a venda de produtos de petróleo, o que se justifica, por exemplo, com o consumo destes produtos no processo de produção de electricidade, tendo sido este o factor seleccionado para esta secção.

- **Secção F - Construção**

O sector da construção apresenta uma correlação linear positiva e estatisticamente significativa com ambos os factores anteriormente seleccionados (*vide* capítulo 3.3.10.1e 3.3.10.2) tendo-se optado pelo factor da venda de produtos de petróleo, por apresentar uma correlação ligeiramente superior.

- **Secção G - Comércio por grosso e a retalho; reparação de veículos automóveis, motociclos e de bens de uso pessoal e doméstico**

Para o sector G, verifica-se uma correlação linear positiva para todos os factores, excepto o relacionado com a venda de produtos de petróleo, sendo estatisticamente significativa para o factor do número de trabalhadores e consumo de energia eléctrica, tendo-se optado por este último dado a correlação ser ligeiramente superior.

- **Secção H - Alojamento e restauração (restaurantes e similares)**

Nesta secção, a correlação é linear e positiva e estatisticamente significativa somente para o factor “VAB das empresas”, razão pela qual foi o factor adoptado, e apesar do que foi referido em 3.3.10.1 este sector apresenta um VAB relativamente reduzido relativamente a outros sectores (Katseli, 2016), considera-se que o VAB poderá ser um bom factor de extrapolação e que assumirá

cada vez mais importância, nomeadamente devido ao aumento que se tem registado no país em termos de turismo.

- **Secção I - Transportes, armazenagem e comunicações**

Apesar da importância do consumo de energia nesta secção, o único factor que apresentou correlação linear positiva e estatisticamente significativa foi o “número de trabalhadores”, pelo que se considerou este mesmo factor para extrapolação.

- **Secções J a O**

Conforme se referiu anteriormente, estas secções deverão estar fortemente relacionadas com os consumos de energia eléctrica e com o número de trabalhadores.

Tal correlação foi confirmada em termos do número de trabalhadores somente para a secção M (educação), e em termos de energia eléctrica para a secção L (administração pública, defesa e segurança social).

Para o caso da secção J, relativa a actividades financeiras, não foi encontrada correlação estatisticamente significativa para nenhum dos factores, pelo que se optou pelo número de trabalhadores, apesar de este factor apresentar uma correlação linear negligenciável, era positiva, enquanto para o consumo de energia eléctrica era negativa.

Relativamente à secção K (actividades imobiliárias, alugueres e serviços prestados às empresas), apesar de a única correlação estatisticamente significativa e positiva ser o VAB das empresas, o factor seleccionado foi o número de trabalhadores, pois apresentava uma correlação positiva moderada. Os restantes factores apresentaram correlação negativa.

Quanto à secção N (saúde e acção social) curiosamente a única correlação positiva e estatisticamente significativa foi com o factor “venda de produtos de petróleo”, sendo em todas as outras negativas, pelo que foi o factor seleccionado, supondo-se que tal correlação poderá dever-se aos consumos com veículos ou aquecimento de edifícios.

A secção O (outras actividades de serviços colectivos, sociais e pessoais) não apresenta nenhuma correlação estatisticamente significativa, pelo que se optou pelo factor “consumo de energia eléctrica” por registar uma correlação linear positiva moderada.

---

## 4. DISCUSSÃO DE RESULTADOS

---

### 4.1. Validação de resultados

#### 4.1.1. Comparação dos valores estimados da CFM nacional com valores da CFM estimados pelo INE

Comparando os valores anuais estimados para Portugal, entre 1999 e 2015, através do modelo UMAN, com os valores anuais estimados e publicados pelo INE, pelo Sistema de Contas Nacional (Tabela 4.1), verifica-se que os valores obtidos pelo modelo UMAN não diferem significativamente, nomeadamente no que diz respeito aos indicadores DMI e DMC, que apresentam uma diferença máxima de 3% e 4%, respectivamente.

Relativamente às importações, as diferenças também não são muito significativas, média de 4% e um valor máximo de 8%. Para as exportações, as diferenças são já um pouco maiores, com uma média de -9% e valor máximo de -16%. Esta diferença poderá dever-se ao facto de na aplicação do modelo UMAN se ter corrigido os valores da exportação para impedir valores negativos de DMC.

Outro indicador onde se registam diferenças significativas é o NAS, média de -30% e um valor máximo de -40%, relativamente ao valor estimado pelo INE. Esta diferença poderá dever-se ao método de cálculo, pois enquanto no âmbito da presente dissertação este indicador foi calculado pelo produto entre o DMC e a matriz de tempo de residência, no caso do INE foi obtido pela soma entre o DMC e “itens de equilíbrio (*input*)” aos quais são subtraídas as “emissões internas de materiais” e os “itens de equilíbrio (*output*)”. Um outro aspecto, que se considera que contribuiu bastante para tal diferença, foram as emissões internas de materiais. As diferenças neste indicador são, em média, 25%, com um valor máximo de 34%, essencialmente devido, no âmbito da presente dissertação, às emissões atmosféricas terem sido contabilizadas somente na sua fracção sólida, o que implicou um valor muito menor. De facto, os valores apresentados pelo INE, relativamente às emissões internas de materiais, não permitem efectuar um balanço na medida em que aos gases considerados não foi retirada a fracção correspondente, por exemplo, ao oxigénio. Sobre este aspecto a metodologia do Eurostat (2001) recomenda que, por exemplo, para as emissões de CO<sub>2</sub> estas sejam descritas somente em termos de carbono.

**Tabela 4.1** - Diferença entre os valores estimados recorrendo à metodologia UMAN relativamente aos valores estimados pelo INE da Conta de Fluxos de Materiais.

Anos	Entrada directa de materiais (DMI)	Consumo interno de materiais (DMC)	Acréscimos líquidos às existências de materiais (NAS)	Extracção interna de materiais (ED)	Importações de materiais (IMP)	Exportações de materiais (EXP)	Emissões internas de materiais
1999	3%	4%	-35%	1%	8%	-9%	-24%
2000	2%	3%	-30%	0%	7%	-9%	-25%
2001	2%	3%	-27%	1%	6%	-9%	-24%
2002	2%	3%	-29%	0%	6%	-8%	-24%
2003	2%	3%	-30%	1%	5%	-9%	-23%
2004	2%	3%	-28%	1%	5%	-8%	-29%
2005	2%	3%	-25%	1%	7%	-5%	-34%
2006	1%	3%	-21%	1%	4%	-9%	-29%
2007	1%	3%	-25%	1%	4%	-10%	-27%
2008	0%	3%	-29%	1%	0%	-16%	-23%
2009	0%	2%	-28%	0%	2%	-11%	-25%
2010	0%	1%	-27%	0%	-3%	-11%	-23%
2011	0%	3%	-30%	1%	0%	-12%	-23%
2012	1%	3%	-33%	0%	6%	-8%	-23%
2013	2%	4%	-35%	1%	3%	-6%	-24%
2014	-2%	-1%	-40%	-3%	2%	-6%	-23%
2015	1%	3%	-34%	0%	3%	-6%	-25%
<b>Média</b>	<b>1%</b>	<b>3%</b>	<b>-30%</b>	<b>0%</b>	<b>4%</b>	<b>-9%</b>	<b>-25%</b>

O peso de cada material no DMI e DMC, estimado no âmbito da presente dissertação, relativamente ao estimado pelo INE, é semelhante (Tabela 4.2). Relativamente às exportações, verificam-se diferenças de 38%, para os “minerais não metálicos”, e de -14% e -11%, relativamente à “biomassa” e “materiais energéticos fósseis”, respectivamente.

Quanto aos valores estimados, em termos de quantidade de material, verifica-se que em qualquer dos indicadores DMC, DMI ou exportações, a diferença mais significativa diz respeito a “outros produtos” (-79%, -53% e -96%). Porém, tais materiais representam somente 0,3% do total dos materiais estimados em todos os indicadores.

Os “materiais energéticos fósseis” apresentam uma diferença em termos de DMC e exportações de 36% e -48%, respectivamente, contudo, tais materiais representam somente 14% do total dos materiais estimados em todos os indicadores, embora para as exportações apresente uma diferença de -11% relativamente ao INE.

Para os “minerais não metálicos”, relativamente ao DMI e DMC, a diferença relativamente ao INE é de 1% e 6%, respectivamente, embora quanto às exportações se registre um valor superior, em média, 151% ao estimado pelo INE, sendo o peso médio deste material, estimado no âmbito desta dissertação, de 60% e 38% superior à do mesmo material segundo as estimativas do INE.

Os “minérios metálicos” no DMI apresentam uma diferença de 2%, mas em termos de DMC e exportações a diferença já é maior, com 20% e -49%, respectivamente, embora o peso destes materiais seja de 8%, com excepção das exportações nos dados estimados do INE onde é mais 7%, comparativamente aos dados estimados pela aplicação do modelo UMan.

A “biomassa”, em termos de DMI, apresenta uma diferença relativamente aos valores estimados de -0,5%. Já relativamente ao DMC e exportações, este apresenta uma diferença de 14% e 49%, respectivamente, sendo, após os “minerais não-metálicos”, o segundo material com maior peso (18%) e com diferença dos do seu peso no DMI e DMC de -0,3 e 2%, respectivamente, sendo o peso praticamente o mesmo dos dados estimados pelo INE, com excepção dos dados referentes às exportações onde são -14% comparativamente aos valores estimados pela presente dissertação.

**Tabela 4.2** Média, no período 1999 a 2015, entre os valores estimados e peso médio de cada por material estimado através da metodologia UMan relativamente aos valores estimados pelo INE.

		Entrada directa de materiais (DMI)	Consumo interno de materiais (DMC)	Exportações de materiais (EXP)
Média da diferença entre os dados estimados e os do INE	Biomassa e produtos da biomassa	-0,5%	14%	-49%
	Minérios metálicos e seus concentrados	2%	20%	-51%
	Minerais não-metálicos	1%	-6%	151%
	Materiais energéticos	13%	36%	-48%
	Outros produtos	-79%	-53%	-96%
Média do peso de cada material estimado	Biomassa e produtos da biomassa	18%	18%	18%
	Minérios metálicos e seus concentrados	8%	8%	8%
	Minerais não-metálicos	60%	60%	60%
	Materiais energéticos fósseis	14%	14%	14%
	Outros produtos	0,3%	0,3%	0,3%
Diferença em termos do peso de cada material estimado relativamente aos estimados pelo INE	Biomassa e produtos da biomassa	-0,3%	2%	-14%
	Minérios metálicos e seus concentrados	0,1%	1%	-7%
	Minerais não-metálicos	-0,3%	-6%	38%
	Materiais energéticos fósseis	1%	3%	-11%
	Outros produtos	-1%	-0,3%	-6%

#### 4.1.2. Comparação dos valores de DMC estimados para a AML com dados publicados

À escala da AML os dados estatísticos disponíveis, com os quais seja possível validar os resultados obtidos, são escassos. Um que se encontra disponível, são as vendas de combustíveis líquidos e gasosos (DGEG), que conforme se pode verificar na Tabela 4.3, para o período 2004-2015, regista-se uma diferença média de 10%, máxima de 22% e mínima de 0,4%.

**Tabela 4.3** - Comparação entre os valores de vendas estimados pelo DGEG e pelo modelo UMan, relativos a combustíveis líquidos e gasosos, na AML para o período 2004-2015.

Ano	Vendas de combustíveis líquidos e gasosos (t)	DMC - Combustíveis líquidos e gasosos (t)	Diferença do valor estimado (%)
2004	3.069.808	2.654.486	-14%
2005	3.099.268	3.034.840	-2%
2006	2.401.511	2.467.902	3%
2007	2.297.226	2.439.019	6%
2008	1.792.459	2.223.215	24%
2009	1.893.983	2.216.306	17%
2010	1.764.467	1.776.592	1%
2011	1.751.556	1.757.903	0%
2012	1.580.221	1.604.528	2%
2013	1.511.582	1.180.728	-22%
2014	1.580.189	1.229.338	-22%
2015	1.520.561	1.439.181	-5%

#### 4.1.3. Fecho do balanço de materiais à escala nacional e regional

Para os anos analisados foi possível fechar o balanço para a AML, com apenas entre 0,05% e 7,8% do total da quantidade dos materiais que entram na área em estudo a permanecerem com o destino desconhecido. Para Portugal, regista-se no balanço uma percentagem significativamente maior de materiais com destino desconhecido (entre 10,6% e 16,4%), conforme se pode verificar na Tabela 4.4.

**Tabela 4.4** - Erro de fecho do balanço de materiais para Portugal e AML.

Ano	Portugal		Área Metropolitana de Lisboa	
	Erro de fecho do balanço		Erro de fecho do balanço	
	t	%	t	%
1999	33.497.027	15,30%	24.638	0,05%
2000	29.580.011	13,30%	2.281.779	4,70%
2001	27.465.577	11,80%	-2.020.975	3,80%
2002	27.713.963	12,20%	-2.077.510	4,30%
2003	22.028.497	10,70%	117.435	0,30%
2004	30.035.917	13,30%	2.438.402	4,00%
2005	31.112.653	13,70%	2.125.760	3,70%
2006	26.443.031	10,60%	1.082.010	1,80%
2007	33.404.453	12,90%	4.698.807	7,70%
2008	41.498.789	15,50%	3.597.394	6,10%
2009	34.718.522	14,50%	4.060.855	7,80%
2010	29.136.033	12,80%	2.011.022	4,30%
2011	31.757.572	14,70%	2.379.431	5,20%
2012	33.636.360	16,40%	1.435.128	3,70%
2013	28.563.866	15,20%	-266.626	0,70%
2014	30.305.037	15,90%	813.700	2,00%
2015	30.686.207	15,50%	1.874.034	4,50%

Este valor superior para o erro de fecho a nível nacional, prende-se possivelmente com as emissões internas de materiais estimadas, que são cerca de 25% inferiores às estimadas pelo INE (*vide* capítulo 4.1.1), mas que são semelhantes a outros estudos com base no mesmo modelo (*e.g.* Patrício *et al.*, 2015) que, por exemplo, para as áreas metropolitanas Suecas variam entre 0,2 e 12,3%.

#### 4.1.4. Comparação com outros estudos aplicados à AML

Comparando os resultados obtidos com os de outros estudos que se efectuaram para a AML (Tabela 4.5), verificam-se algumas diferenças relativamente a Rosado *et al.* (2014), que se devem essencialmente às alterações metodológicas que foram efectuadas ao modelo (*vide* capítulo 3.3) e que conduziram a que os valores estimados de DMC total sejam superiores.

Relativamente às diferenças para o estudo efectuado por Pina *et al.* (2016) e Duarte (2016), tal deve-se à metodologia por estes adoptada, que assenta em tabelas *input-output* da OCDE e WIOD, respectivamente. Uma possível justificação, avançada por Pina *et al.* (2016), é o facto de o modelo UMAN assentar em estatísticas de transportes que não conseguem contabilizar todos os materiais transportados. Já Niza *et al.* (2009) referem que as estatísticas de transporte não registam nada que seja transportado em veículos com capacidade para menos de 3 t. É também referido, por Pina *et al.* (2016), que os valores monetários das transacções têm maior probabilidade de serem registados. Porém, esta metodologia ao ter por base as tabelas de *input-output* por CAE, conduz a que os valores para uma área metropolitana, como a de Lisboa, poderão sofrer uma sobrestimação, na medida em que poderão estar registadas empresas que têm a sede num dos municípios da AML, mas que também desenvolvem actividade num outro município.

**Tabela 4.5** – Comparação dos resultados estimados para o DMC da AML, com os valores estimados por outros autores.

Autor	Ano	Combustíveis fósseis (t/hab.ano)	Minérios Metálicos (t/hab.ano)	Minerais não-metálicos (t/hab.ano)	Biomassa (t/hab.ano)	Não especificado (t/hab.ano)	Total (t/hab.ano)
Pina <i>et al.</i> (2016)	2000	3,3*	0,7*	11,0*	3,5*	0,4*	17,1
Duarte (2016)	2000	2,5	0,4	10,3	3,2	0,2	16,5
Rosado <i>et al.</i> (2014)	2003	1,5*	0,4*	4,1*	1,6*	0,5*	8,2
	2004	1,9*	0,5*	5,3*	2,2*	0,8*	10,8
	2005	1,8*	0,5*	5,4*	2,1*	0,5*	10,4
	2006	1,8*	0,4*	4,1*	1,9*	0,4*	8,7
	2007	2,0*	0,5*	4,7*	2,2*	0,8*	10,4
	2008	1,5*	0,5*	3,6*	2,0*	0,5*	8,1
	2009	1,4*	0,5*	3,5*	1,9*	0,4*	7,6
Duarte (2016)	2011	2,7	0,4	12,3	3,4	0,2	17,9
Cálculos do autor	2000	1,8	1,2	5,6	2,5	0,5	11,5
	2003	1,4	0,8	4,0	2,2	0,4	8,8
	2004	1,6	1,1	6,2	2,6	0,4	11,9
	2005	1,7	1,1	5,1	2,7	0,4	11,0
	2006	1,5	1,1	5,1	2,6	0,4	10,7
	2007	1,6	1,3	5,8	3,1	0,4	12,3
	2008	1,5	1,0	5,4	3,0	0,4	11,4
	2009	1,4	1,0	5,0	2,8	0,4	10,6
	2011	1,2	0,7	3,3	2,4	0,4	8,0

\* Calculado pelo autor, com base nos dados presentes nas respectivas fontes.

## 4.2. Extrapolação do DMC entre escalas

### 4.2.1. Análise da correlação entre o DMC estimado através do modelo UMAN à escala nacional e regional

No presente capítulo, com o intuito de validar a extrapolação entre escalas, procurou-se averiguar qual a relação entre as diferentes categorias de materiais, bem como entre as secções CAE, à escala nacional e regional (AML) e em que medida se dá essa mesma interação, avaliando se esta é ou não linear e se ocorre no mesmo sentido.

#### 4.2.1.1. Relação entre o DMC por categoria de materiais

Ao nível do DMC total verifica-se que, para os dados estimados entre 1999 e 2015, segundo os critérios de Franzblau (1958), existe uma correlação linear positiva muito forte (0,92;  $p < 0,01$ ) sugerindo que quanto maior for o DMC total a nível nacional, maior será o DMC a nível regional e que cerca de 84% da variabilidade do DMC total a nível regional pode ser explicado pela variabilidade do DMC total a nível nacional, conforme Tabela 4.6.

**Tabela 4.6-** Correlação entre o DMC por categoria de material à escala nacional e regional (AML) estimado através do modelo UMan para o período de 1999 a 2015.

Categoria de Material	Pearson		Spearman	
	Correlação	Coefficiente de determinação	Correlação	Coefficiente de determinação
<b>DMC Total</b>	<b>,919**</b>	<b>0,84</b>	<b>,824**</b>	<b>0,68</b>
Combustíveis fósseis (FF)	,758**	0,57	,691**	0,48
Minérios Metálicos (MM)	,797**	0,64	,860**	0,74
Minerais não metálicos (NM)	,858**	0,74	,777**	0,60
Biomassa (BM)	-0,29	0,08	-0,33	0,11
Químicos fertilizantes (CF)	-0,40	0,16	-0,37	0,14
Outros (O)	0,45	0,20	0,43	0,19
FF1 Combustíveis líquidos e gasosos	,880**	0,77	,887**	0,79
FF2 Carvão	0,43	0,19	0,44	0,19
FF3 Lubrificantes e óleos e solventes	0,05	0,00	0,08	0,01
FF4 Plásticos e borrachas	,597*	0,36	,625**	0,39
MM1 Ferro metais de liga de aço e metais ferrosos	,702**	0,49	,706**	0,50
MM2 Metais leves	,717**	0,51	,762**	0,58
MM3 Metais pesados não ferrosos	,834**	0,70	,819**	0,67
MM4 Metais especiais	-0,47	0,22	-,627**	0,39
MM5 Combustíveis nucleares	,716**	0,51	,591*	0,35
MM6 Metais preciosos	,591*	0,35	,549*	0,30
NM1 Areia	,652**	0,43	,490*	0,24
NM2 Cimento	,888**	0,79	,887**	0,79
NM3 Argila	0,31	0,10	0,31	0,10
NM4 Pedra	,881**	0,78	,858**	0,74
NM5 Outros	,840**	0,71	,855**	0,73
BM1 Biomassa agrícola	-,564*	0,32	-,591*	0,35
BM2 Biomassa animal	-0,10	0,01	-0,06	0,00
BM3 Biomassa têxtil	0,21	0,05	0,20	0,04
BM4 Óleos e gorduras	-,489*	0,24	-,534*	0,29
BM5 Açúcares	0,01	0,00	0,11	0,01
BM6 Madeira	0,06	0,00	-0,08	0,01
BM7 Papel e cartão	,773**	0,60	,836**	0,70
BM8 Biomassa não especificada	0,03	0,00	-0,20	0,04
CF1 Álcoois	0,29	0,09	0,39	0,15
CF2 Produtos químicos e farmacêuticos	-,686**	0,47	-,598*	0,36
CF3 Fertilizantes e pesticidas	0,06	0,00	-0,10	0,01
O1 Não especificado	,611**	0,37	,534*	0,29
O2 Líquidos	,496*	0,25	0,48	0,23

\*\* . A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).

\* . A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades).

Em termos de categorias de materiais principais o DMC de combustíveis fósseis, minérios metálicos e minerais não-metálicos, apresenta também uma correlação linear positiva forte e muito forte (com valores de correlação entre 0,76 e 0,86;  $p < 0,01$ ), mas o mesmo já não se passa com as restantes categorias (biomassa; químicos e fertilizantes; outros), cuja correlação linear não é estatisticamente significativa, tendo sido rejeitada. Para as últimas categorias referidas, aplicou-se

também coeficiente de correlação de Spearman a fim de avaliar se existia uma relação monótona não linear, isto é, se apesar de não ser linear evoluíam no mesmo sentido, mas a correlação foi novamente rejeitada, pelo que podemos estar perante uma relação não linear não monótona ou simplesmente perante a ausência de relação entre ambas as escalas em termos de DMC.

A nível das 28 subcategorias MatCat, 17 apresentam correlação linear estatisticamente significativa com o valor respectivo a outra escala espacial, 3 das quais apresentam uma correlação negativa (BM1, BM4 e CF2). Aplicando o coeficiente de correlação de Spearman, apenas para uma categoria (MM4), para a qual não foi identificada uma correlação linear, foi identificada uma relação monótona não linear negativa.

Estes resultados apontam para que ao nível das três últimas categorias principais, não se possa extrapolar assumindo a existência de uma relação linear.

#### **4.2.1.2. Relação entre o DMC por secção CAE**

No que respeita à correlação por secção CAE, conforme Tabela 4.7, verifica-se a existência de uma correlação estatisticamente significativa, linear e positiva, entre o DMC estimado a nível nacional e regional (AML) em doze de quinze secções, sendo em oito destas uma correlação muito forte (secção B, D, F, G, H, I, K e O), em três forte (C, J e N) e em uma (E) moderada. Com a secção L regista-se uma correlação estatisticamente significativa, linear e negativa.

Nas restantes duas secções (A e M) a correlação linear não é estatisticamente significativa, tendo sido rejeitada. Aplicou-se o coeficiente de correlação de Spearman mas a correlação foi novamente rejeitada, pelo que podemos estar perante uma relação não linear não monótona ou simplesmente perante a ausência de relação entre ambas as escalas em termos de DMC ao nível destas secções CAE, o que para a secção A (agricultura, produção animal, caça e silvicultura) está de acordo com os resultados do subcapítulo anterior (4.2.1.1) onde para as categorias de materiais (biomassa; químicos e fertilizantes; outros) também não foi encontrada correlação.

**Tabela 4.7-** Correlação entre o DMC por secção CAE à escala nacional e regional (AML) estimado através do modelo UMAN para o período de 1999 a 2015.

Secção CAE Rev. 2.1	Pearson		Spearman	
	Correlação	Coefficiente de determinação	Correlação	Coefficiente de determinação
Secção A - Agricultura, produção animal, caça e silvicultura	-0,25	0,06	-0,16	0,03
Secção B - Pesca	,956**	0,91	,909**	0,83
Secção C - Indústrias extractivas	,682**	0,47	,676**	0,46
Secção D - Indústrias transformadoras	,918**	0,84	,909**	0,83
Secção E - Produção e distribuição de electricidade, gás e água	,519*	0,27	,512*	0,26
Secção F - Construção	,828**	0,69	,814**	0,66
Secção G - Comércio por grosso e a retalho; reparação de veículos automóveis, motociclos e de bens de uso pessoal e doméstico	,903**	0,82	,858**	0,74
Secção H - Alojamento e restauração (restaurantes e similares)	,817**	0,67	,848**	0,72
Secção I - Transportes, armazenagem e comunicações	,946**	0,89	,880**	0,77
Secção J - Actividades financeiras	,686**	0,47	,600*	0,36
Secção K - Actividades imobiliárias, alugueres e serviços prestados às empresas	,928**	0,86	,865**	0,75
Secção L - Administração Pública, defesa e segurança social «obrigatória»	-,681**	0,46	-,711**	0,51
Secção M - Educação	-0,42	0,18	-0,45	0,21
Secção N - Saúde e acção social	,621**	0,39	,701**	0,49
Secção O - Outras actividades de serviços colectivos, sociais e pessoais	,958**	0,92	,907**	0,82

\*\* . A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).

\* . A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades).

#### 4.2.2. Comparação entre o DMC obtido por extrapolação e por aplicação do modelo UMAN à escala regional

Com o intuito de avaliar os factores de extrapolação comparou-se o DMC obtido a partir de cada um com o obtido por aplicação do modelo UMAN (Tabela 4.8).

Pelas razões adiantadas em 3.3.10, e também devido às diferenças registadas na Tabela 4.8, considerou-se que o DMC não seria correctamente extrapolado considerando um factor isolado, pelo que se extrapolou o DMC seleccionando um destes factores por sector CAE, de acordo com os princípios referidos no subcapítulo 3.3.10.1, bem como seleccionando um dos dois factores de relacionados com energia por sector CAE, dado este tipo de factores terem sido os que registaram uma menor diferença (*vide* subcapítulo 3.3.10.2).

Uma vez mais se registaram diferenças, conforme Tabela 4.8, correspondendo, em média para o período considerado, a um DMC total de 141% ou 92% superior ao estimado por aplicação do modelo, pelo que ainda foi efectuada uma análise em termos da correlação entre cada factor de extrapolação utilizado e elaborada nova matriz de distribuição espacial, conforme subcapítulo 3.3.10.3, obtendo-se um DMC total, em média, 109% superior.

**Tabela 4.8** – Média da diferença (%), por classe de material, entre os valores estimados para o DMC na AML pelos diferentes factores de extrapolação a partir dos valores nacionais e os obtidos para a AML recorrendo à metodologia UMAN, no período de 1999 a 2015.

Categoria de Material	Número de Trabalhadores	Consumo de Energia Eléctrica	VAB das empresas	Vendas de Produtos do Petróleo	Factor por Sector CAE (Teor.)	Factor Energia por Sector CAE	Factor por Sector CAE (Corr.)
Combustíveis fósseis (FF)	222%	127%	268%	18%	138%	105%	208%
Minérios Metálicos (MM)	63%	158%	96%	19%	166%	156%	73%
Minerais não metálicos (NM)	233%	145%	340%	112%	222%	141%	160%
Biomassa (BM)	38%	8%	75%	-16%	35%	7%	12%
Químicos fertilizantes (CF)	9%	-24%	37%	-48%	-6%	-24%	-6%
Outros (O)	-35%	-43%	-25%	-63%	-46%	-56%	-39%
<b>Total</b>	<b>150%</b>	<b>97%</b>	<b>218%</b>	<b>47%</b>	<b>141%</b>	<b>92%</b>	<b>109%</b>

Tais diferenças podem-se dever, para além dos erros que podem advir de uma extrapolação directa entre escalas que não considera as particularidades locais, à distribuição do peso dos materiais consumidos, que é diferente entre Portugal e a AML. Ao extrapolar a partir dos valores estimados para Portugal pelo modelo UMAN, conforme se pode verificar na Tabela 4.9, a distribuição dos pesos por material seguirá aproximadamente a de Portugal, conduzindo a que os materiais extrapolados transponham essa mesma diferença de pesos que, conseqüentemente, terá repercussões em termos das quantidades estimadas.

**Tabela 4.9** – Média (%) do peso por classe de material, para os valores estimados pelo modelo UMAN para Portugal (PT) e AML e extrapolados pelos diferentes factores para a AML, no período de 1999 a 2015.

Categ. de Material	PT - Modelo UMAN	AML - Modelo UMAN	Número de Trabalhadores	Consumo de Energia Eléctrica	VAB das empresas	Vendas de Produtos do Petróleo	Factor por Sector CAE (Teor.)	Factor Energia por Sector CAE	Factor por Sector CAE (Corr.)
CF	14%	14%	18%	16%	16,00%	11%	14%	15%	21%
MM	8%	10%	6%	12%	6%	8%	11%	13%	8%
NM	59%	45%	59%	55%	62%	64%	59%	56%	56%
BM	18%	27%	15%	14%	15%	15%	15%	15%	14%
CF	1%	3%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
O	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Analisando o peso do DMC por secção CAE, conforme se pode verificar pela Tabela 4.10, as secções CAE com maior peso permanecem as mesmas (G e D) às duas escalas e em todas as extrapolações, apesar do seu peso ser diferente.

**Tabela 4.10-** Média do peso (%) do DMC por secção CAE Rev. 2.1, estimado através do modelo UMAN, à escala nacional e regional para o período 1999 a 2015.

Secção CAE Rev. 2.1	PT - Modelo UMAN	AML- Modelo UMAN	Número de Trabalhadores	Consumo de Energia Eléctrica	VAB das empresas	Vendas de Produtos do Petróleo	Factor por Sector CAE (Teor.)	Factor Energia por Sector CAE	Factor por Sector CAE (Corr.)
A	0,3%	0,4%	0,1%	0,2%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
B	0,02%	0,02%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%
C	0,3%	0,3%	0,1%	0,1%	0,1%	0,2%	0,1%	0,2%	0,2%
D	38%	29%	28%	31%	24%	26%	25%	32%	37%
E	0,2%	0,9%	0,5%	0,2%	0,4%	0,0%	0,2%	0,2%	0,0%
F	3%	4%	3%	4%	3%	3%	4%	2%	2%
G	55%	61%	65%	61%	70%	67%	68%	62%	57%
H	0,005%	0,23%	0,005%	0,005%	0,004%	0,002%	0,004%	0,005%	0,007%
I	1%	2%	2%	3%	1%	2%	1%	2%	2%
J	0,3%	1,0%	0,4%	0,6%	0,4%	0,9%	0,4%	0,6%	0,5%
K	0,3%	0,4%	0,5%	0,4%	0,4%	0,3%	0,5%	0,4%	0,6%
L	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,00%	0,00%	0,01%	0,01%	0,01%
M	0,001%	0,002%	0,001%	0,001%	0,001%	0,000%	0,001%	0,001%	0,001%
N	0,0004%	0,0014%	0,0004%	0,0005%	0,0005%	0,0002%	0,0005%	0,0005%	0,0001%
O	0,4%	0,5%	0,6%	0,4%	0,5%	0,3%	0,6%	0,4%	0,4%

Na Tabela 4.11 é possível verificar quais os factores que apresentam, em média, menor diferença em termos de valores do DMC por secção CAE, comparativamente ao valor estimado recorrendo ao modelo UMAN. Em termos gerais, o factor “vendas de produtos de petróleo” apesar de ser o que apresenta na maior parte das secções a menor média de diferença, em muitos casos esta é negativa, o que poderia levar a que caso o considerássemos como factor de extrapolação os valores correspondentes fossem subestimados. Tal já se havia verificado também na Tabela 4.6, onde para alguns dos materiais a média é negativa.

O factor de “consumo de energia eléctrica”, dos quatro considerados inicialmente, é o que apresenta a segunda menor diferença relativamente aos valores estimados pelo modelo UMAN, na maior parte das secções em termos de média das diferenças relativamente ao valor estimado pelo modelo UMAN, o mesmo se passando em termos do DMC total.

**Tabela 4.11-** Média da diferença (%), por secção CAE, entre os valores estimados para o DMC na AML pelos diferentes factores de extrapolação a partir dos valores nacionais e os obtidos para a AML recorrendo à metodologia UMAN, no período de 1999 a 2015.

Secção CAE Rev. 2.1	Número de Trabalhadores	Consumo de Energia Eléctrica	VAB das empresas	Vendas de Produtos do Petróleo	Factor por Sector CAE (Teor.)	Factor Energia por Sector CAE	Factor por Sector CAE (Corr.)
A	-46%	-26%	-48%	-55%	-55%	-55%	-48%
B	23%	-47%	21%	-19%	-19%	-19%	-19%
C	19%	-61%	23%	13%	23%	13%	13%
D	141%	111%	165%	31%	111%	111%	165%
E	45%	-54%	52%	-91%	-54%	-54%	-91%
F	60%	64%	115%	0%	115%	0%	0%
G	167%	96%	262%	63%	167%	96%	96%
H	-80%	-86%	-81%	-95%	-86%	-86%	-81%
I	141%	210%	138%	73%	71%	71%	141%
J	28%	36%	39%	101%	28%	36%	28%
K	183%	84%	231%	-24%	183%	84%	183%
L	144%	68%	-100%	-50%	144%	68%	68%
M	-17%	-37%	16%	-83%	-17%	-37%	-17%
N	-20%	-25%	9%	-79%	-20%	-25%	-79%
O	220%	65%	202%	-21%	220%	65%	65%
<b>Média</b>	<b>67%</b>	<b>26%</b>	<b>70%</b>	<b>-16%</b>	<b>54%</b>	<b>18%</b>	<b>28%</b>

Na Tabela 4.12 apresenta-se a correlação entre o valor DMC estimado através do modelo UMAN e o obtido por cada factor de conversão. Verifica-se que em termos de DMC total aquele que apresenta uma maior correlação é o factor “consumo final de energia eléctrica”, e que em relação à Biomassa nenhum dos factores apresenta correlação estatisticamente significativa.

**Tabela 4.12-** Correlação através do coeficiente de Pearson, entre o DMC por categoria de material estimado pelo modelo UMAN e o DMC obtido por extrapolação por cada factor, à escala regional (AML), para o período de 1999 a 2015.

Categoria de Material	Número de Trabalhadores	Consumo de Energia Eléctrica	VAB das empresas	Vendas de Produtos do Petróleo	Factor por Sector CAE (Teor.)	Factor Energia por Sector CAE	Factor por Sector CAE (Corr.)
Combustíveis fósseis (FF)	,803**	,723**	,769**	,695**	,723**	,709**	,745**
Minérios Metálicos (MM)	,628**	0,48	,506*	0,10	,525*	0,45	,494*
Minerais não metálicos (NM)	,905**	,890**	,870**	,896**	,896**	,894**	,905**
Biomassa (BM)	-0,11	0,05	0,00	-0,11	-0,11	0,05	0,13
Químicos fertilizantes (CF)	-0,28	-0,26	-0,33	0,07	-0,36	-0,26	-0,20
Outros (O)	0,25	0,21	0,24	0,09	,524*	0,38	0,05
<b>Total</b>	<b>,914**</b>	<b>,933**</b>	<b>,922**</b>	<b>,825**</b>	<b>,925**</b>	<b>,932**</b>	<b>,917**</b>

### 4.2.3. Extrapolação do DMC para a escala municipal a partir da escala regional

#### 4.2.3.1. Resultados através dos diferentes factores de extrapolação

Recorrendo aos valores estimados pelo modelo UMAN para a região da AML, estimou-se o DMC para o município de Lisboa, com base nos factores atrás referidos, obtendo-se os valores de consumo por categoria de material *per capita* apresentados na Tabela 4.13.

**Tabela 4.13-** DMC médio *per capita* no município de Lisboa, por categoria de material obtido por extrapolação por cada factor a partir da escala regional (AML), para o período de 1999 a 2015.

Categoria de Material	Número de Trabalhadores (t/hab.ano)	Consumo de Energia Eléctrica (t/hab.ano)	VAB das empresas (t/hab.ano)	Vendas de Produtos do Petróleo (t/hab.ano)	Factor por Sector CAE (Teor.) (t/hab.ano)	Factor Energia por Sector CAE (t/hab.ano)	Factor por Sector CAE (Corr.) (t/hab.ano)
Combustíveis fósseis (FF)	2,6	1,4	2,4	2,8	1,8	1,2	1,5
Minérios Metálicos (MM)	0,7	0,8	1,2	1,5	1,1	0,8	0,9
Minerais não metálicos (NM)	7,2	3,5	6,2	9,4	5,4	3,2	4,4
Biomassa (BM)	3,8	2,4	4,1	5,4	3,8	2,4	2,9
Químicos fertilizantes (CF)	0,5	0,2	0,4	0,6	0,3	0,2	0,2
Outros (O)	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
<b>Total</b>	<b>15,1</b>	<b>8,5</b>	<b>14,4</b>	<b>19,9</b>	<b>12,6</b>	<b>8,0</b>	<b>10,1</b>

Conforme já se tinha verificado no caso da extrapolação da escala nacional para a regional, os valores diferem significativamente entre si. Verifica-se também que os valores mais elevados foram obtidos recorrendo ao factor “vendas de produtos do petróleo”. Comparativamente aos estimados para a AML, este factor aquando da extrapolação da escala nacional para a regional apresentava os menores valores. Considerando-se que o DMC não seria correctamente extrapolado a partir de um único factor, o factor que combina por secção CAE o “consumo final de energia eléctrica” e as “vendas de produtos de petróleo”, com base nos resultados do capítulo anterior (4.2.2), indica ser a melhor opção. Comparando com os dados estimados para a AML pelo modelo UMAN o referido factor é dos que apresenta: uma maior correlação com o DMC total (Tabela 4.12); uma menor diferença em média na maior parte das secções CAE (Tabela 4.11); uma menor diferença média em termos de peso médio, no que diz respeito às quatro secções com maior peso (Tabela 4.9).

#### 4.2.3.2. Comparação com outros estudos aplicados a Lisboa

Comparando os resultados obtidos com os de outros estudos que se efectuaram para o município de Lisboa, as diferenças relativamente a Niza *et al.* (2009) e Rosado *et al.* (2014) devem-se essencialmente às alterações metodológicas que foram efectuadas ao modelo (*vide* capítulo 3.1),

mas principalmente ao factor utilizado para extrapolação que nos referidos estudos era o número de trabalhadores. Os valores obtidos no âmbito da presente dissertação recorrendo ao mesmo factor de extrapolação (Tabela 4.13) são bastante semelhantes (Tabela 4.14).

**Tabela 4.14** – Comparação com os valores estimados para o DMC de Lisboa em outros estudos.

Autor	Ano	Combustíveis fósseis (t/hab.ano)	Minérios Metálicos (t/hab.ano)	Minerais não-metálicos (t/hab.ano)	Biomassa (t/hab.ano)	Não especificado (t/hab.ano)	Total (t/hab.ano)
Niza <i>et al.</i> (2009)	2004	2,1	0,8	13,0	3,7	0,5	20,1
Rosado <i>et al.</i> (2014)	2005	1,8	0,5	5,4	2,1	0,5	10,4
Saldivar-Sali (2010)	2015	2,5	0,5	8,2	5,6	-	16,7
Cálculos do autor	2004	1,5	1,0	4,5	2,5	0,4	9,8
	2005	1,3	0,8	2,7	2,3	0,3	7,4
	2015	0,8	0,6	1,4	2,1	0,3	5,2

Já as diferenças para as estimativas de Saldivar-Sali (2010) prendem-se com diferenças metodológicas. O referido estudo consistiu numa tentativa de categorizar os consumos *per capita* com base em dados por país do *Institut für Soziale Ökologie (SEC)* de Viena, que recorreu à classificação por árvore de decisão, e que teve por base a metodologia de Bettencourt *et al.* (2007), que utilizam funções da lei da potência para descrever diferentes fenómenos urbanos. Uma vez que a população considerada para Lisboa foi de 504.726 hab., considera-se que os consumos estimados corresponderiam ao ano de 2015, ano em que, de acordo com o INE, a população de Lisboa foi 504.471 hab.

#### 4.2.3.3. Comparação dos valores de DMC de Lisboa com dados publicados à escala municipal

À escala do município de Lisboa os dados estatísticos disponíveis, para validar os resultados obtidos, são escassos. À semelhança da AML, um que se encontra disponível são as vendas de combustíveis líquidos e gasosos (DGEG). Conforme se pode verificar na Tabela 4.15, para o período 2004-2015, regista-se uma diferença média de 11%, máxima de 34% e mínima de 0,7%, entre os valores estimados e os valores estatísticos da DGEG.

**Tabela 4.15** - Comparação entre os valores de vendas estimados pelo DGEG e pelo modelo UMAN, relativo a combustíveis líquidos e gasosos no município de Lisboa, para o período 2004-2015.

Ano	Vendas de combustíveis líquidos e gasosos (t)	DMC - Combustíveis líquidos e gasosos (FF1) (t)	Diferença do valor estimado (%)
2004	672.432	447.816	-33,4%
2005	474.470	488.744	3,0%
2006	405.318	390.947	-3,5%
2007	339.959	448.389	31,9%
2008	409.351	405.686	-0,9%
2009	530.067	425.387	-19,7%
2010	504.178	359.928	-28,6%
2011	594.264	393.136	-33,8%
2012	489.993	365.531	-25,4%
2013	229.697	210.879	-8,2%
2014	240.594	203.166	-15,6%
2015	250.657	252.294	0,7%

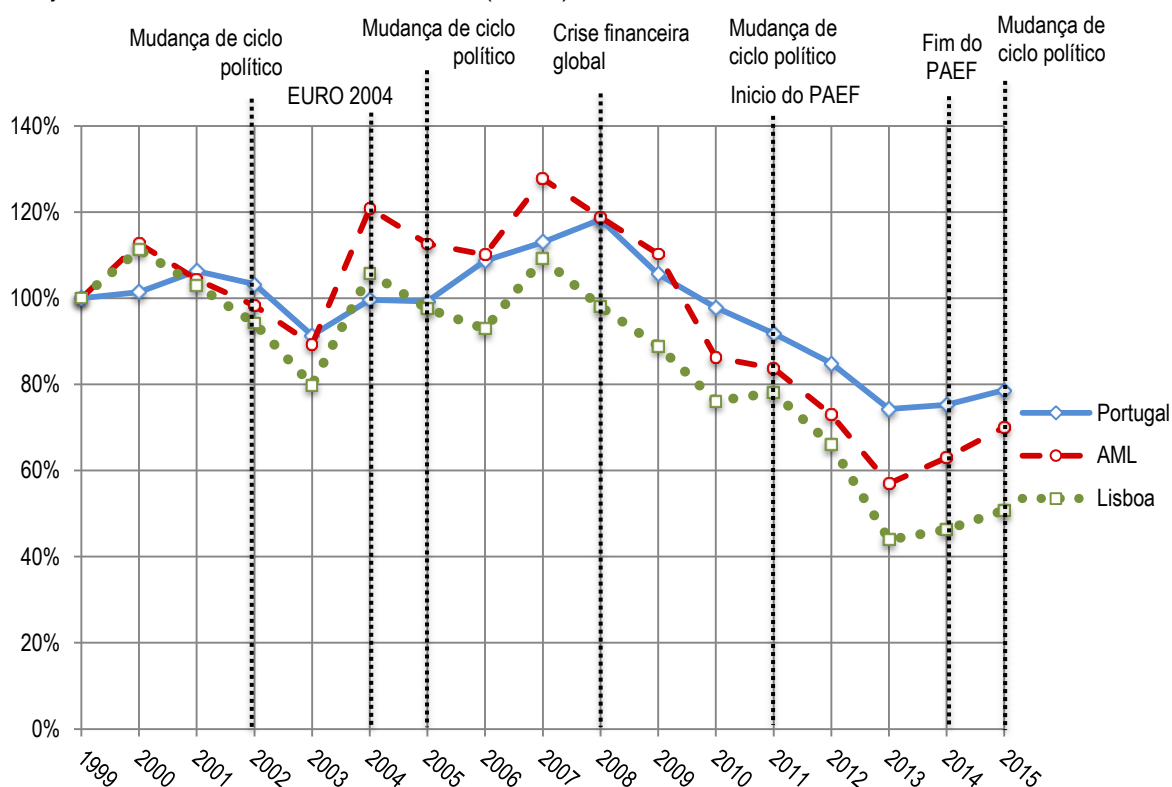


## 5. ANÁLISE DE DINÂMICAS DE FLUXOS DE MATERIAIS

### 5.1. Análise do consumo interno de materiais

#### 5.1.1. Impacto da conjuntura política no DMC total

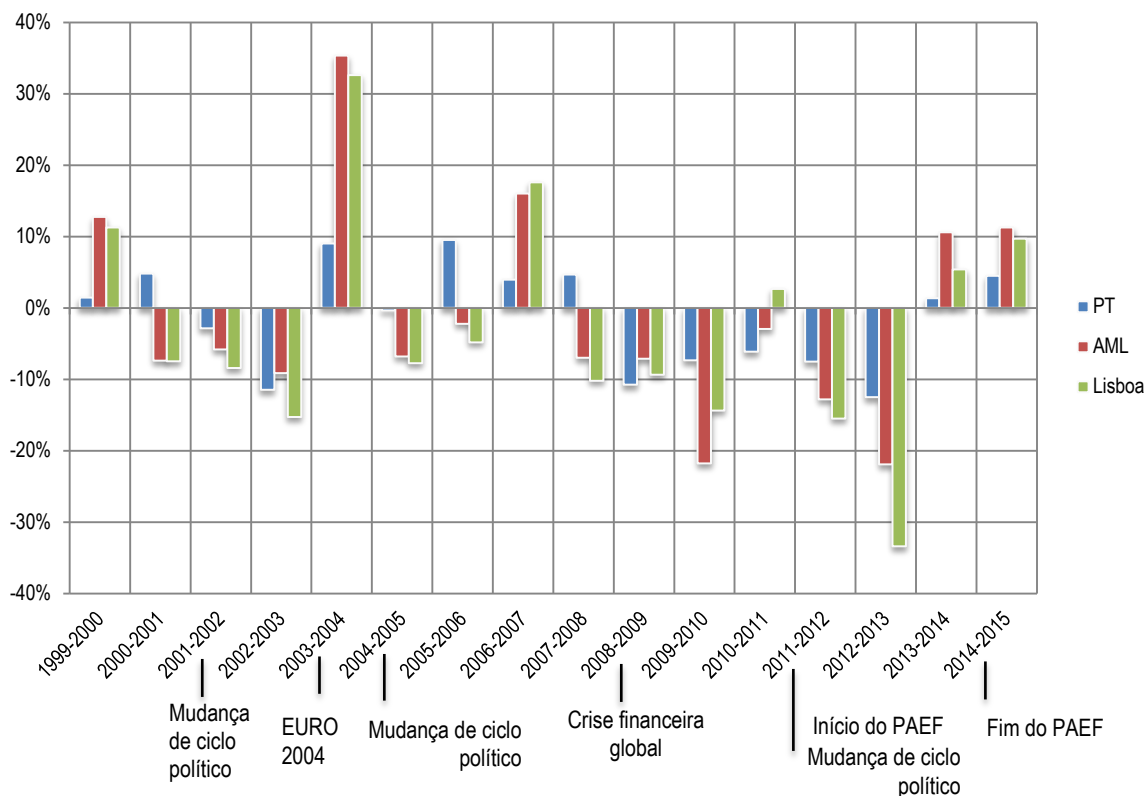
Analisando o consumo interno de materiais, entre 1999 e 2015, podem-se encontrar possíveis reflexos no referido consumo da situação política e sócio-económica do país no período referido. Na Figura 5.1, observam-se variações no valor do DMC à escala nacional coincidentes com mudanças de ciclo político (2002 e 2005), eclodir da crise financeira global (2008), fim do Programa de Ajustamento Económico e Financeiro (PAEF) ou eventos como o Euro 2004.



**Figura 5.1** – Variação anual do DMC relativamente a 1999, 1999-2015, Portugal, AML e Lisboa.

O DMC total nacional em 2015 é inferior ao de 1999 (Figura 5.1), registando uma redução de 21%, o que vai de encontro ao que Alexandre *et al.* (2015) referem relativamente à economia portuguesa que, no final de 2014, estava ligeiramente abaixo da de 2001. O mesmo se passou em qualquer outra das escalas, tendo à escala da AML sofrido uma redução de 30% e à escala do município de Lisboa de 49%. Deste modo o impacto de toda a conjuntura política reflecte-se também nas dinâmicas de consumo a diferentes escalas, como seja a nível regional e municipal.

As dinâmicas no DMC total à escala regional e municipal são bastante semelhantes, mas comparativamente à escala regional, os acontecimentos tiveram um impacto diferente, como se pode verificar pela Figura 5.2 onde a variação percentual em termos de DMC, é maior à escala regional ou municipal. Apenas por uma vez a variação foi superior em Portugal relativamente às restantes, enquanto à escala da AML foi por cinco vezes superior e na municipal por nove vezes.



**Figura 5.2 –** Variação anual do DMC, 1999-2015, Portugal, AML e Lisboa.

A nível nacional observam-se cinco períodos de variação, três de crescimento (1999-2001; 2003-2008; 2013-2015) e dois de redução do DMC (2001-2003; 2008-2013). A nível regional verifica-se o mesmo número de períodos mas com algumas diferenças nos anos afectados: três de crescimento (1999-2000; 2003-2004; 2013-2015) e dois de redução (2000-2003; 2004-2013). Já no concelho de Lisboa regista-se seis períodos de variação: quatro de crescimento (1999-2000; 2003-2004; 2010-2011; 2013-2015) e três de redução no DMC (2000-2003; 2004-2010; 2011-2013).

Em qualquer uma das escalas o ano de menor DMC foi 2013, após dois anos de PAEF, e o de maior consumo foi, em termos nacionais, em 2008, coincidindo com o eclodir da crise financeira mundial. Curiosamente, à escala da AML e município de Lisboa um dos anos de maior consumo foi 2007, já registando um decréscimo em 2008. No ano 2007, à escala da AML e Lisboa, o valor elevado poderá dever-se a obras públicas como a extensão do metropolitano de Lisboa e a inauguração do primeiro troço do Metro do Sul do Tejo, ou ao número total de edifícios concluídos, que sofre um aumento de 4% e 79%, à escala da AML e município de Lisboa respectivamente<sup>7</sup>. Neste último poderá dever-se à 2ª fase de urbanização do Parque da Nações. A construção de

<sup>7</sup> À escala nacional ocorre uma redução de 3% de 2006 para 2007.

edifícios poderá também contribuir para justificar o pico de consumo em 2000 à escala municipal (o mais elevado para o período considerado) e regional.

Em 2009 constata-se um decréscimo face a 2008 de 7 e 9% à escala regional e municipal, respectivamente. Apesar do referido decréscimo, em 2009 o DMC tinha ainda valores significativos, sendo, a qualquer escala, superiores aos valores de DMC para 2003. Para os valores de DMC em 2009 poderão ter contribuído obras públicas como o alargamento da A37 ou a expansão da linha vermelha do metropolitano de Lisboa, ou a inauguração de superfícies comerciais, nomeadamente, à data, do então maior centro comercial da Europa no concelho da Amadora.

O DMC tem vindo a perder peso relativamente ao DMI, apesar de, em 2015, em Portugal ainda representar 81% e na AML 46%, enquanto em 1999 representa 93% (Portugal) e 51% (AML). O DMC da AML (19 Mt) e de Lisboa (2,6 Mt) representam, em 2015, 12% e 2%, respectivamente, do DMC nacional (160,1 Mt). Peso semelhante tinham em 1999, quando a AML e o município de Lisboa representavam, respectivamente, 13% e 3% do DMC nacional, embora nesta altura todos tivessem um valor superior (203,6 Mt em Portugal, 27,1 Mt na AML e 5.2 Mt em Lisboa).

### 5.1.2. Análise do DMC por actividade económica

No que diz respeito ao tipo de sectores de actividade económica, verifica-se que, quanto ao consumo médio de recursos para o período analisado, o sector terciário é o mais relevante para as três escalas, confirmando outras análises económicas nomeadamente a da terciarização da economia portuguesa, e reflectindo a prioridade dada ao consumo nos comportamentos de famílias e empresas (Mateus, 2014).

Na Figura 5.3 observa-se que o consumo de recursos é significativamente diferente para os três casos de estudo: enquanto a nível nacional o sector terciário é apenas 16% superior ao sector secundário, à escala da AML esta diferença aumenta para 31%. Mas é à escala do município de Lisboa que se verifica o predomínio do sector terciário com praticamente 90% do DMC para a média do período 1999-2015. Em termos de variação anual o DMC registado em cada sector não variou consideravelmente no período analisado.

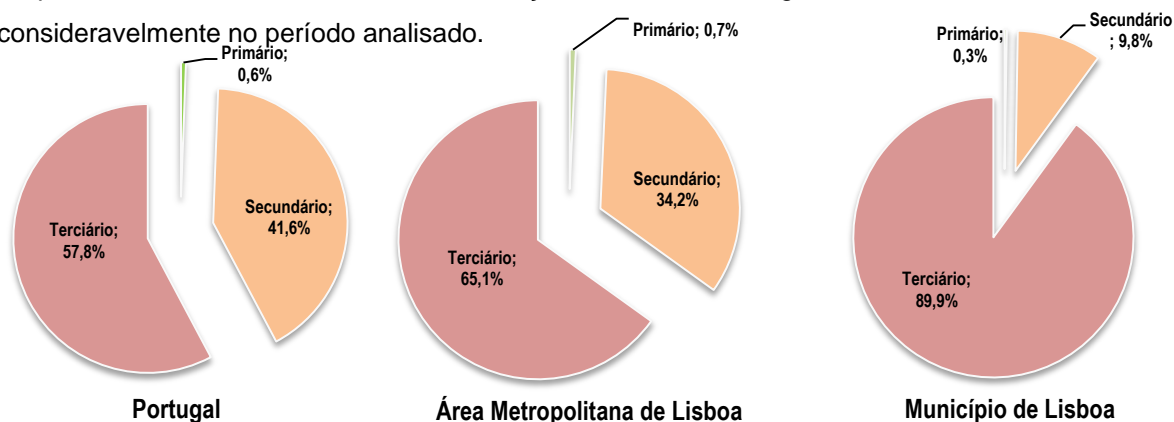


Figura 5.3 – Consumo médio de recursos por tipo de sector económico, 1999-2015, Portugal, AML e Lisboa.

Com base na Figura 5.3. e no que foi referido no capítulo 5.1.1 constata-se que é nas economias mais terciarizadas que se regista uma maior variabilidade do DMC. Tal contraria o que Rosado *et al.* (2016) haviam constatado para Estocolmo, ao comparar as três áreas metropolitanas da Suécia, que ao tratar-se de uma economia de serviços consolidada registava uma menor flutuação ao longo do tempo e que seria a menos afectada pela situação económica externa. Uma possível razão para tal diferença é o facto de em Rosado *et al.* (2016) a comparação ser efectuada a uma mesma escala (regional) e na presente dissertação esta comparação ser efectuada entre diferentes escalas e conforme Figura 5.1 e 5.2 a variabilidade do DMC é maior às escalas regional ou municipal, quando comparadas com a nacional.

Na Figura 5.4 analisa-se o consumo de recursos por secção de actividade económica (CAE Rev. 2.1). Em todas as escalas aquela que se destaca, em termos de consumo de recursos, é uma secção do sector terciário, a secção G, que agrega as actividades relacionadas com comércio por grosso e a retalho, bem como reparação de veículos automóveis, motociclos e de bens de uso pessoal e doméstico. O seu peso é superior à escala do município (80%), comparativamente à escala da regional (61%) ou nacional (55%).

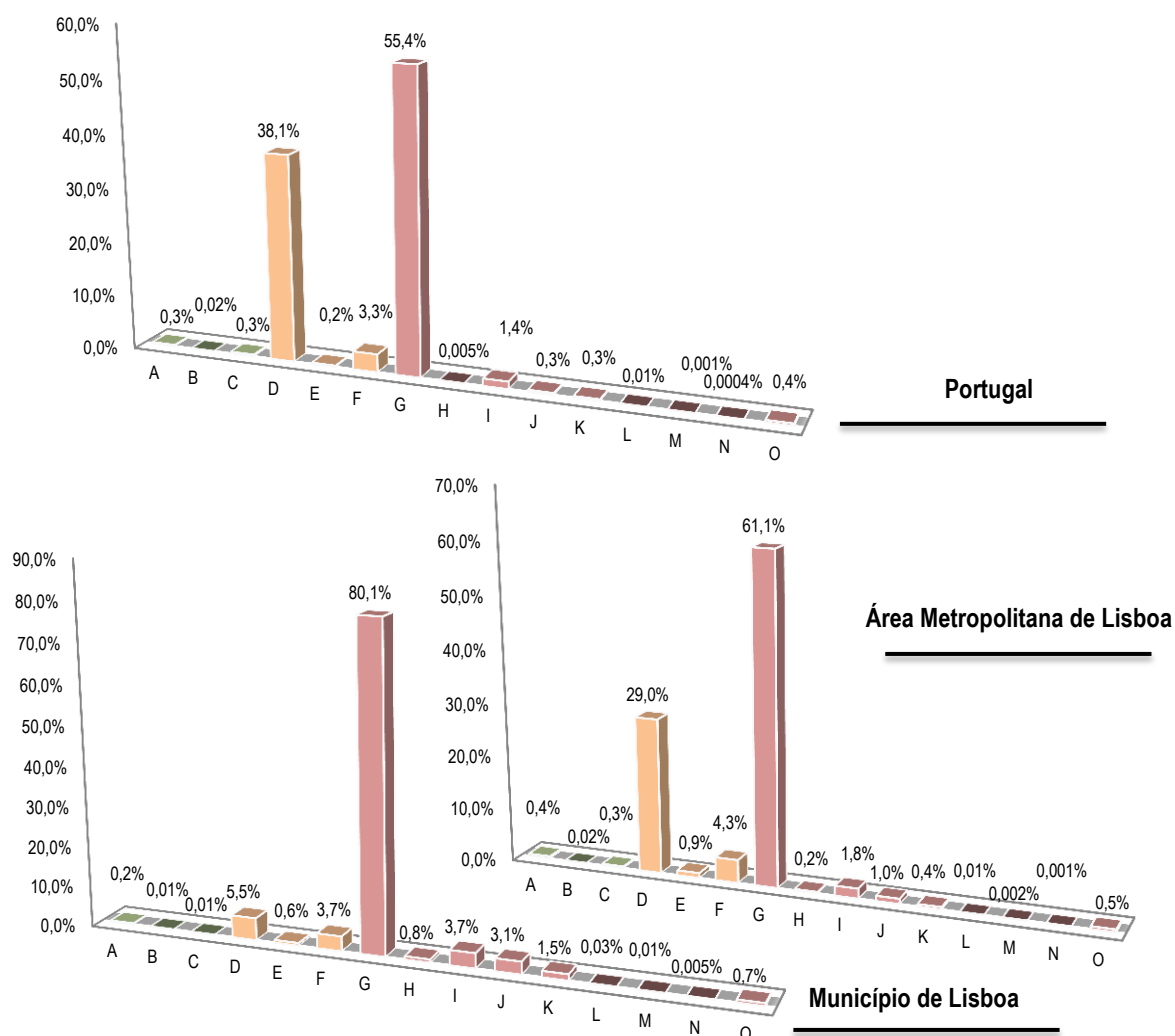
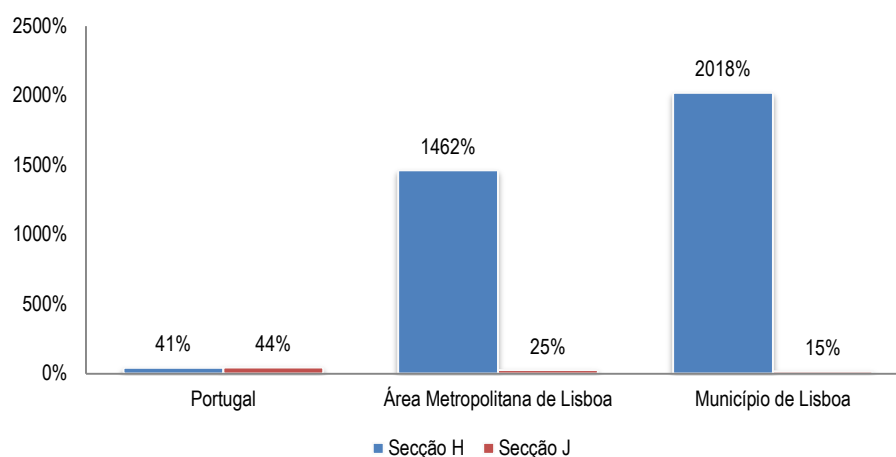


Figura 5.4 – Consumo médio de recursos por secção CAE Rev. 2.1, 1999-2015, Portugal, AML e Lisboa.

A secção que se segue, em termos de consumo de recursos, pertence ao sector secundário e trata-se da D, que corresponde às indústrias transformadoras. No município de Lisboa esta secção tem naturalmente um peso bastante menor (6%), comparativamente a Portugal (38%) e à AML (29%).

A secção F (construção) corresponde à terceira secção mais relevante em todas as escalas, com valores na ordem dos 3% a 4%, em termos de peso médio, no período 1999-2015. À escala do município de Lisboa outras secções, também do sector terciário, possuem um peso médio desta ordem de grandeza, nomeadamente a I (transportes, armazenagem e comunicações), com 4%, e a J (actividades financeiras), com 3%.

De facto, comparando o DMC em 2015 com o DMC em 1999, apenas para a referida secção J e para a H (alojamento e restauração) se verifica simultaneamente, em todas as escalas analisadas, uma variação positiva, esta última naturalmente devido ao significativo aumento no turismo que se registou a partir de 2014 (Figura 5.5).



**Figura 5.5** – Variação do DMC, 1999-2015, nas secções CAE Rev. 2.1 H e J, Portugal, AML e Lisboa.

### 5.1.3. Análise do DMC por tipo de materiais

Analisando o DMC por tipo de materiais à escala nacional (Figura 5.6) verifica-se que os materiais mais consumidos são os minerais não-metálicos, com um consumo médio, para o período analisado, de 59%, que chegou aos 66% em 2008, aos quais se segue a biomassa (18%), os combustíveis fósseis (14%) e minérios metálicos (8%). Entre 1999 e 2015, destas quatro categorias de materiais, a que sofreu uma redução menos significativa foi a biomassa (4%). Já os minerais não-metálicos, minérios metálicos e combustíveis fósseis registaram, respectivamente, uma redução de 30%, 23% e 15% no seu DMC.

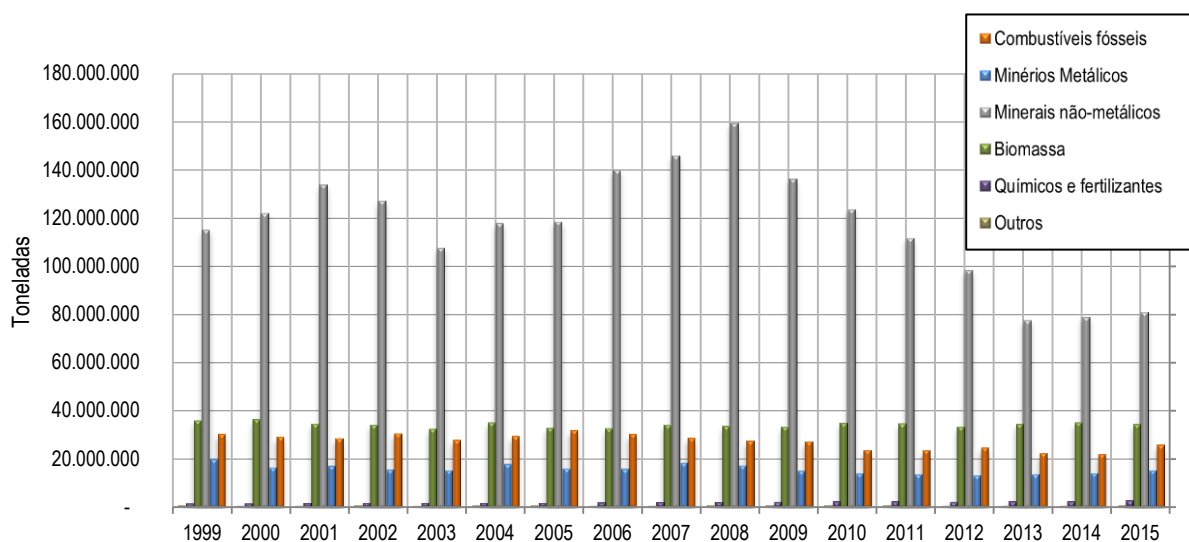


Figura 5.6 – DMC por tipo de material 1999-2015, Portugal.

Para a AML (Figura 5.7) os materiais mais consumidos são os mesmos que a nível nacional, para todos os anos, com os minerais não-metálicos a apresentar um menor peso médio para o período analisado (45%), seguido pela biomassa, que aumenta o seu peso médio (27%), combustíveis fósseis (14%) e minérios metálicos (10%). De facto, o consumo de minerais não-metálicos, que são essencialmente utilizados na construção civil, registam, de 1999 a 2015, uma redução no seu consumo de 47%, enquanto o consumo de biomassa regista um ligeiro aumento de 2%. Parte desta biomassa são alimentos e, portanto, tratando-se de uma necessidade básica o seu consumo não foi significativamente afectado pela crise. Os combustíveis fósseis e os minérios metálicos registaram uma redução de 34% e 32%, respectivamente. Tal conduz a que, nos últimos dois anos analisados e nos quais se está a registar a recuperação da economia, o peso da biomassa iguale o peso dos minerais não-metálicos em 2014 (34%) e fique apenas 2% abaixo deste em 2015.

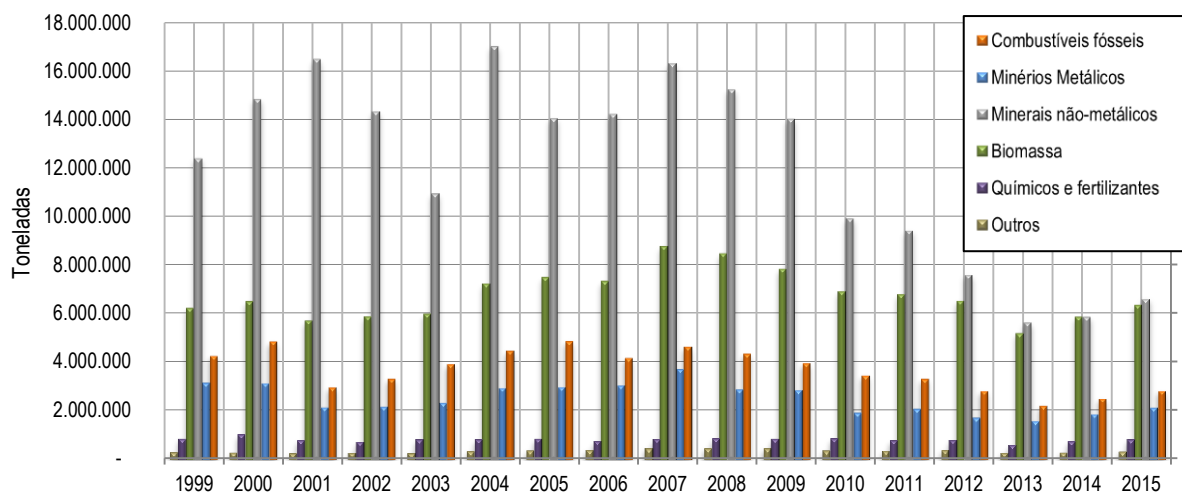


Figura 5.7 – DMC por tipo de material 1999-2015, AML.

No município de Lisboa (Figura 5.8), o aumento do consumo de biomassa é ainda mais significativo, comparativamente às restantes escalas. Em termos consumo de recursos médio, para o período analisado, os materiais com valor mais elevado mantém-se, com os minerais não metálicos a

ser os mais relevantes (39%), seguidos da biomassa (31%), combustíveis fósseis (15%) e minérios metálicos (10%). No entanto, os minerais não-metálicos registam uma redução significativa no seu peso, passando de 38%, em 1999, para 27%, em 2015, sendo inclusivamente ultrapassados pela biomassa a partir de 2012, que passa de 26%, em 1999, para 40%, do total do consumo em 2015.

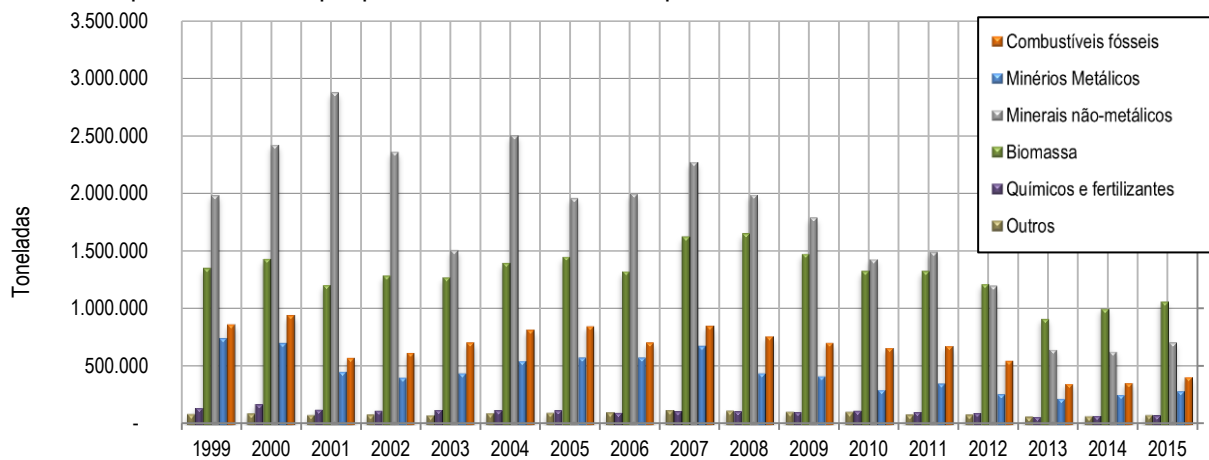


Figura 5.8 – DMC por tipo de material, 1999-2015, Lisboa.

Do total de materiais consumidos nas diferentes escalas, mais de metade do consumo total, em média para o período em análise (81%, 64% e 61% à escala nacional, para a AML e Lisboa, respectivamente), corresponde a recursos não renováveis (*i.e.* combustíveis fósseis, minérios metálicos e minerais não-metálicos). Contudo, regista-se a partir de 2008, no caso nacional, e de 2004, no caso da AML e Lisboa, um decréscimo contínuo deste consumo até 2014, representando neste ano este tipo de materiais 75%, 60% e 52%, à escala nacional, AML e Lisboa, respectivamente (Figura 5.9).

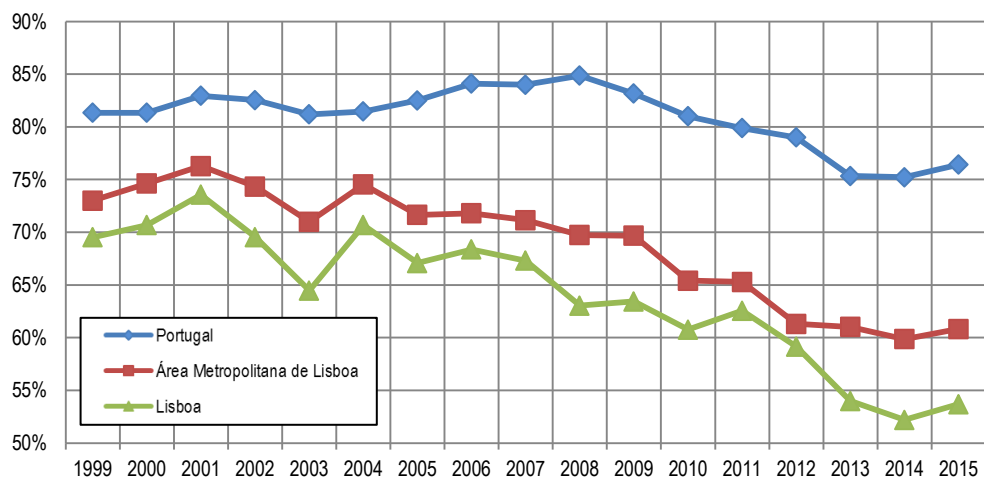


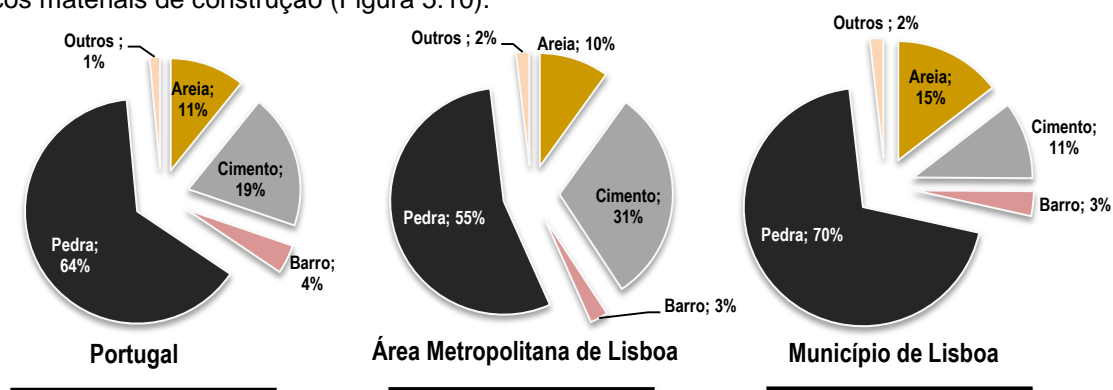
Figura 5.9 – Consumo anual de recursos não renováveis, 1999-2015, Portugal, AML e Lisboa.

A nível de DMC *per capita* (em ANEXOS) verifica-se que em média, entre 1999-2015, o valor é superior em Portugal (19 t/hab.) comparativamente a AML (10t/hab.) e Lisboa (8 t/hab.). O valor superior de Portugal prende-se como facto de ter uma muito maior extracção doméstica, que em Lisboa se considerou nula (*vide* capítulo 5.2.1). A diferença de valores poderá também se dever À AML

e Lisboa, possuem uma muito maior densidade populacional. A densidade populacional na AML é cerca de 8 vezes superior à de Portugal, e a de Lisboa é cerca de 47 vezes superior, representando a AML e Lisboa, em média, 27% e 5% da população nacional, respectivamente.

Ao analisar o DMC por material verifica-se que esta diferença de valores *per capita* é essencialmente devida aos minerais não-metálicos que em Portugal (11 t/hab) regista o dobro do valor registado na AML e Lisboa (4 t/hab. e 3 t/hab., respectivamente). Tal poderá se dever ao aumento da extensão das infra-estruturas de transportes nacionais que entre 2000 e 2012, com base na cartografia *Corine Land Cover* (CLC), registou um aumento de 78% (área nacional ocupada por redes viária e ferroviárias e espaços associados aumentou de 2.209 ha em 2000 para 9.939 ha em 2012) enquanto a nível da AML este aumento foi de somente 17%.

Analisando as subcategorias de cada categoria de material, no caso dos minerais não-metálicos a subcategoria que mais contribui para o DMC é a pedra, com um peso médio de 64%, 55% e 70% à escala nacional, AML e Lisboa, respectivamente, logo seguido pelo cimento e areia - típicos materiais de construção (Figura 5.10).



**Figura 5.10** – Consumo médio por subcategoria dos minerais não-metálicos, 1999-2015, Portugal, AML e Lisboa.

Em termos de biomassa, o material com maior peso médio, no período analisado, é a biomassa agrícola, representando mais de metade do consumo em qualquer das escalas. Os materiais com consumos mais elevados são a madeira, biomassa animal e papel e cartão (Figura 5.11).

De notar uma grande diferença entre o peso médio do consumo de madeira a nível nacional (36%) e à escala da AML ou município de Lisboa (16% e 7%, respectivamente). Este resultado não surpreende na medida em que 68% das empresas de mobiliário de madeira portuguesas se concentram sobretudo na Região Norte do país (EGP, n.d.).

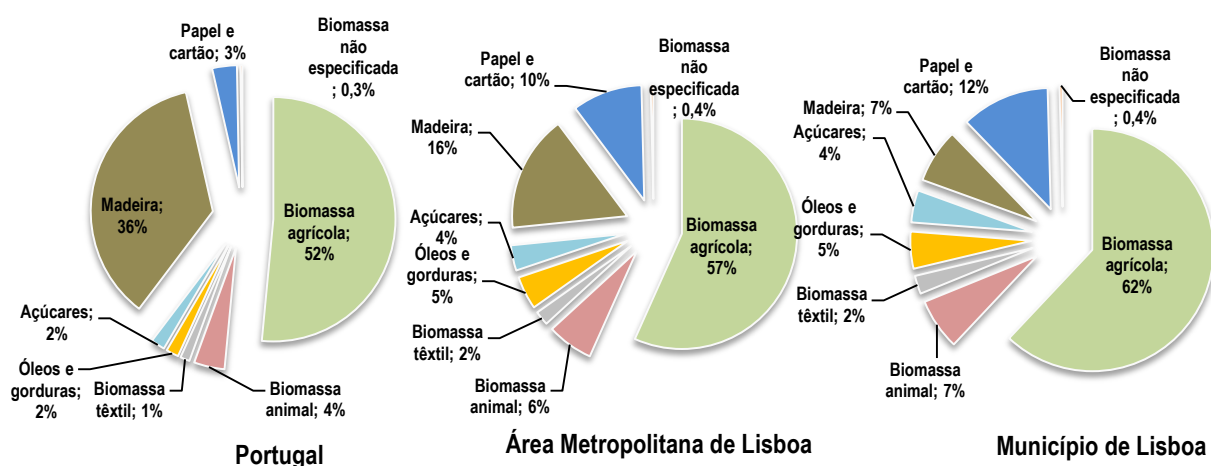


Figura 5.11 – Consumo médio por subcategoria da biomassa, 1999-2015, Portugal, AML e Lisboa.

Para o papel e cartão, verifica-se o inverso, o peso médio do seu consumo é bastante menor a nível nacional (3%), comparativamente à AML (10%) e Lisboa (12%). Tal poderá dever-se ao facto de o sector das indústrias gráficas e da transformação do papel se concentrarem na Região de Lisboa e Vale do Tejo (35%) e na Região Norte (41%) (Mateus, 2014). Outra possível razão pode prender-se com o facto de a maior parte das actividades económicas pertencerem ao sector terciário e este ser um material essencial a estas actividades.

Relativamente ao consumo de combustíveis fósseis (Figura 5.12), o peso médio de cada subcategoria é bastante semelhante nas diferentes escalas, verificando-se que a subcategoria com mais de metade do consumo é a referente aos combustíveis líquidos e gasosos. O seu maior consumo, comparativamente às restantes subcategorias, prende-se com a sua utilização para fins de produção de electricidade e utilização no sector dos transportes e mobilidade. Seguem-se, por esta ordem em termos de peso, as subcategorias de combustíveis fósseis: plásticos e borrachas; lubrificantes, óleos e solventes; e carvão.

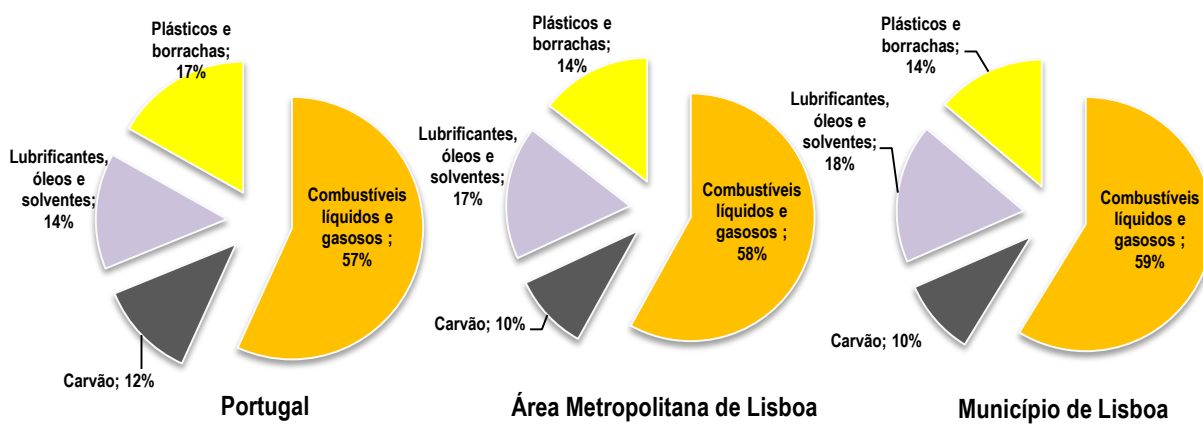
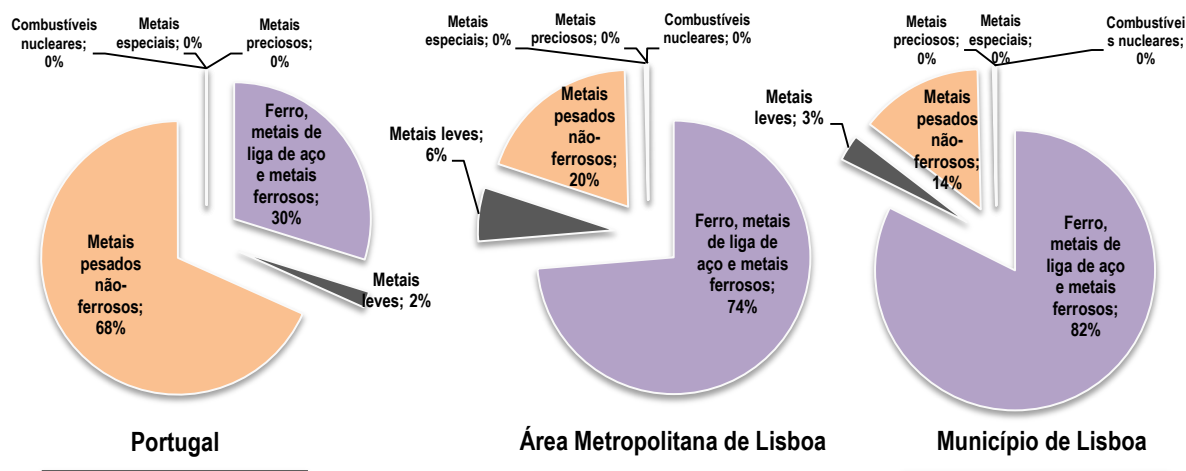


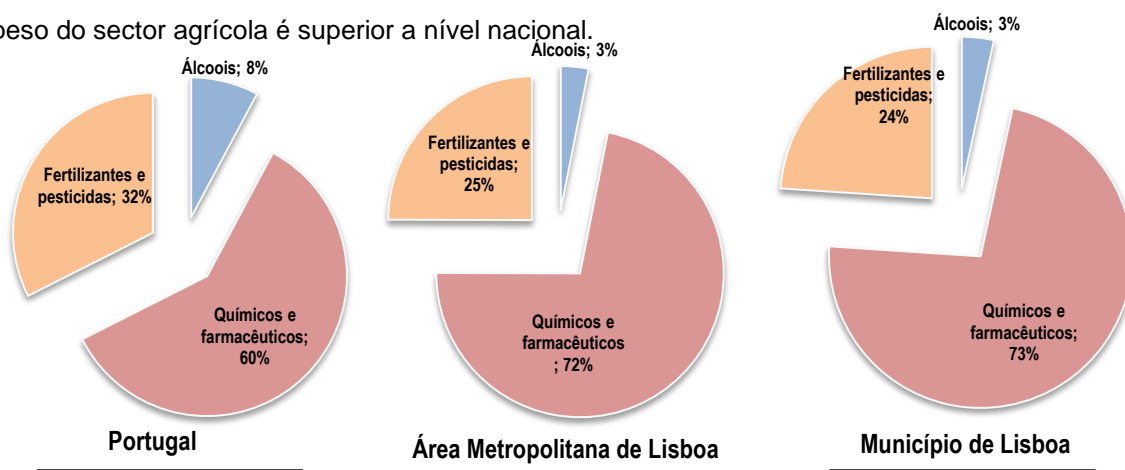
Figura 5.12 – Consumo médio por subcategoria de combustíveis fósseis, 1999-2015, Portugal, AML e Lisboa.

Nos minérios metálicos (Figura 5.13), o material cujo consumo médio no período da análise é mais elevado é diferente da escala nacional (metais pesados não-ferrosos) para a escala da AML ou município de Lisboa (ferro, metais de liga de aço e metais ferrosos). Tal poderá estar relacionado com o facto de a maior parte das ocorrências dos metais pesados não-ferrosos registar-se fora da AML. O peso da subcategoria de material “ferro, metais de liga de aço e metais ferrosos” na AML e Lisboa está relacionado com a sua utilização na construção civil.



**Figura 5.13** – Consumo médio por subcategoria de minérios metálicos, 1999-2015, Portugal, AML e Lisboa.

Na categoria “químicos e fertilizantes” (Figura 5.14), as subcategorias mais relevantes, em termos de peso médio, são as mesmas em todas as escalas pela seguinte ordem decrescente: químicos e farmacêuticos; fertilizantes e pesticidas; álcoois. A nível nacional regista-se um peso superior dos fertilizantes e pesticidas, comparativamente à AML e município de Lisboa, na medida em que o peso do sector agrícola é superior a nível nacional.



**Figura 5.14** – Consumo médio por subcategoria de minérios metálicos, 1999-2015, Portugal, AML e Lisboa.

## 5.2. Análise de fluxos de entrada e saída de materiais

### 5.2.1. Extracção interna de materiais e importações

A extracção de materiais em Portugal (Figura 5.15), para o período analisado, registou, à semelhança do DMC, cinco períodos distintos: três de crescimento entre 1999-2001 (8%), 2003-2008 (41%) e 2013-2015 (3%) e 2 de redução entre 2001-2003 (-14%) e 2008-2013 (-37%).

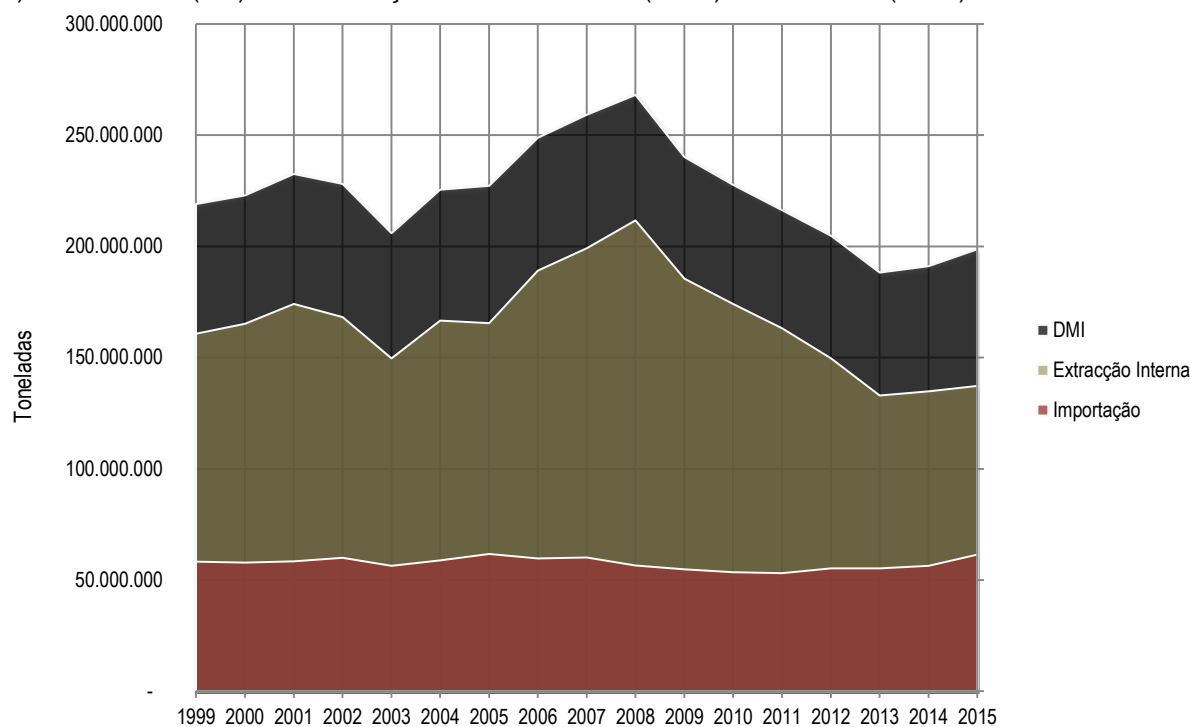


Figura 5.15 – Extracção interna e importação de materiais, 1999-2015, Portugal.

As importações também registaram variações aproximadamente nos mesmos períodos mencionados, mas com uma variação inferior a 5%, à excepção do período entre 2013-2015, onde se registou um aumento de 11% nas importações. De facto, enquanto as importações registam em 2015 um dos seus valores mais elevados, a extracção interna de materiais no mesmo ano encontra-se abaixo do valor de 1999.

Verifica-se que na Figura 5.15 que a nível nacional o consumo de materiais é essencialmente de origem doméstica, repercutindo-se essencialmente as variações registadas na extracção interna na entrada directa de materiais (DMI) na economia nacional.

Ao contrário do que acontece para o país como um todo, as importações a nível da AML têm duas origens, internacionais e nacionais (do resto do país), sendo que para o período analisado as de origem internacional representam em média 47% das importações para a AML.

O total das importações registaram cinco períodos de variação distintos na AML (Figura 5.16), semelhantes aos identificados para o DMC: 1999-2001 (38%), 2001-2003 (-51%), 2003-2008 (37%), 2008-2014 (-40%), 2014-2015 (6%). Apesar de em 2001 estas terem ultrapassado o valor da

extracção interna de materiais, nos restantes anos, à semelhança da escala nacional, o consumo de materiais é essencialmente de origem doméstica.

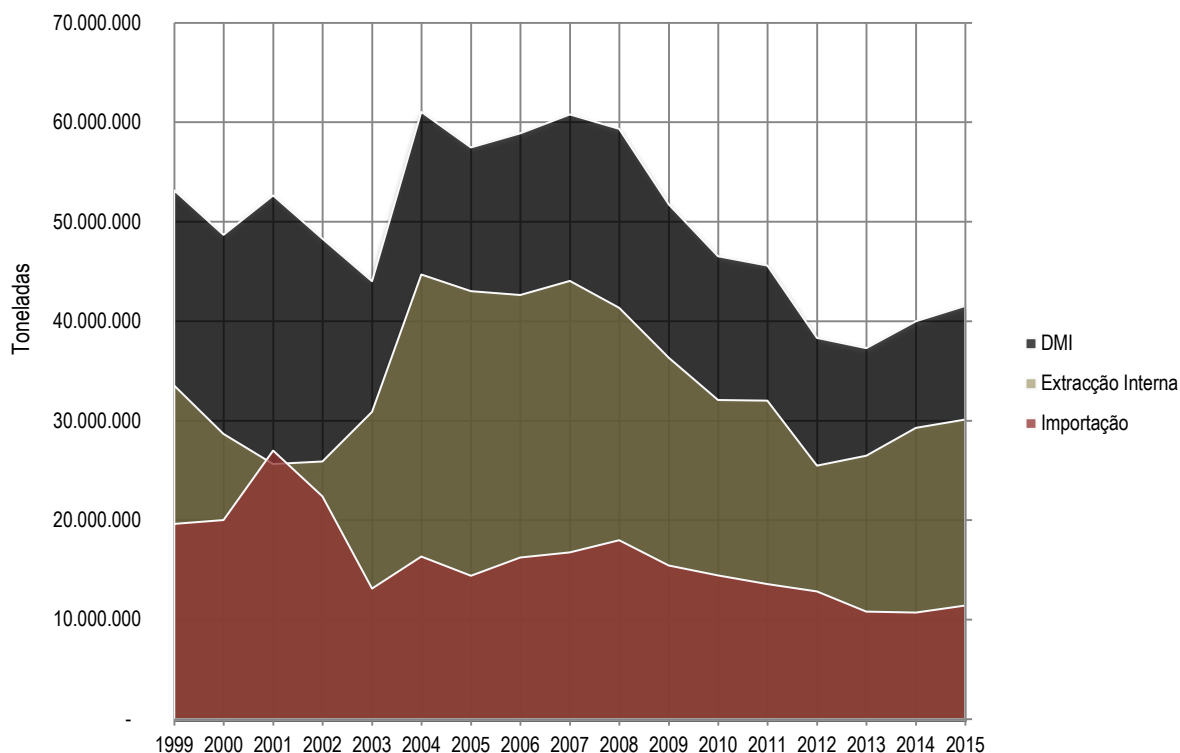


Figura 5.16 – Extracção interna e importação de materiais, 1999-2015, AML.

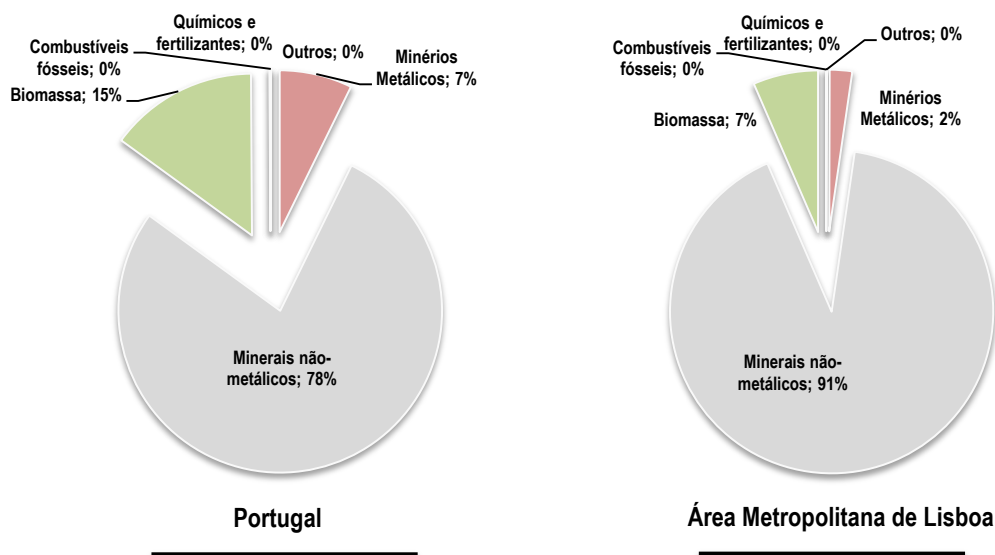
Relativamente à extracção interna, registam-se cinco períodos distintos, dois de decréscimo em 1999-2001 (-24%) e 2008-2012 (-42%), dois de crescimento em 2001-2004 (74%) e 2012-2015 (18%) e um onde os valores se mantiveram praticamente constantes em 2004-2007 (-1%).

Em média, para o período analisado, a AML representa 20% e 28% da extracção doméstica e importações, respectivamente, a nível nacional.

Entre os materiais obtidos por extracção interna, à escala nacional e da AML, os principais são os minérios não-metálicos, com um peso médio, no período 1999-2015, de 78% e 91%, respectivamente, ao qual se segue a biomassa, com peso respectivo de 15% e 7%. A extracção interna na AML de minerais não metálicos e biomassa representa, em média para o período considerado, 11% e 4%, respectivamente, da extracção nacional (Figura 5.17).

Provavelmente, devido ao período de crise a que estará associada uma redução da actividade ligada à construção, a extracção doméstica de minerais não-metálicos reduziu, entre 1999-2015, em 18% e 43%, à escala nacional e regional, respectivamente. Outro motivo, concorrente com o anterior, conforme CCRLVT (2001), poderá relacionar-se com o facto de na AML as pedreiras se encontrarem numa fase adiantada de esgotamento da área licenciada. O elevado peso médio dos minerais não-metálicos na AML prende-se com a existência de diversas pedreiras licenciadas, 148 em 1998, de acordo com CCRLVT (2001). Com destaque para o litoral da Serra da Arrábida, nos concelhos de Setúbal e Sesimbra; pedreiras de areia e argila no interior dos concelhos de Seixal e

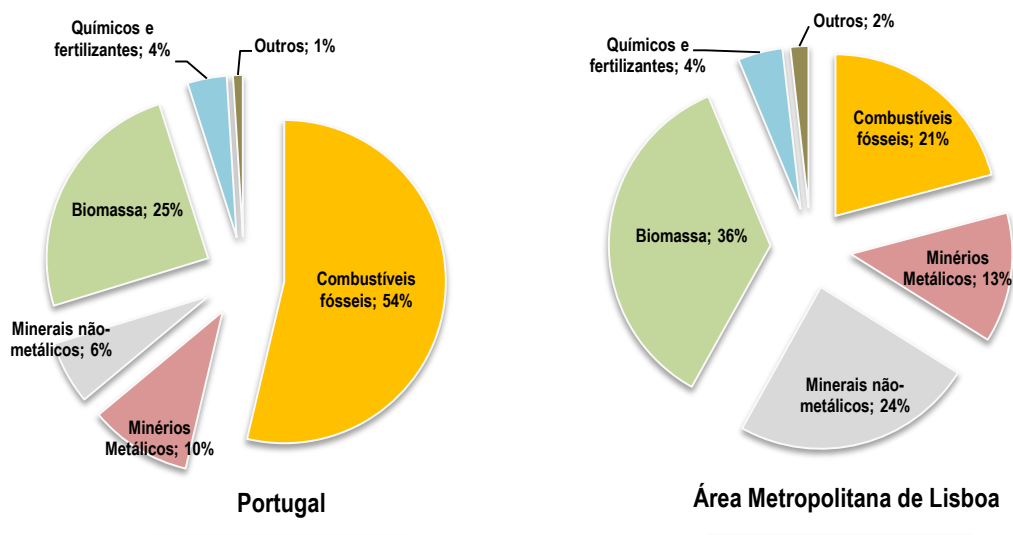
Sesimbra; pedreiras de areia e saibro no concelho de Almada; e pedreiras de rocha ornamental no concelho de Sintra.



**Figura 5.17** – Peso médio por categoria de material na extração interna de materiais, 1999-2015, Portugal e AML.

A biomassa, cujo consumo não foi significativamente afectado pela crise, registou, para o mesmo período, um aumento do seu valor de extração interna de 2% e 15%, em Portugal e AML respectivamente.

A nível nacional, em termos de peso médio nas importações (Figura 5.18), os materiais que mais se destacam são os combustíveis fósseis (54%) e a biomassa (25%). Já na AML, apesar de os combustíveis fósseis também terem relevância (21%), destaca-se a biomassa (36%) e os minerais não-metálicos (24%).



**Figura 5.18** – Peso médio por categoria de materiais importados, 1999-2015, Portugal e AML.

A relevância dos combustíveis fósseis nas importações é justificada pela inexistência de extracção destes recursos no país, tendo, entre 1999 e 2015, a sua importação reduzido 2% e 26%, à escala nacional e da AML, respectivamente.

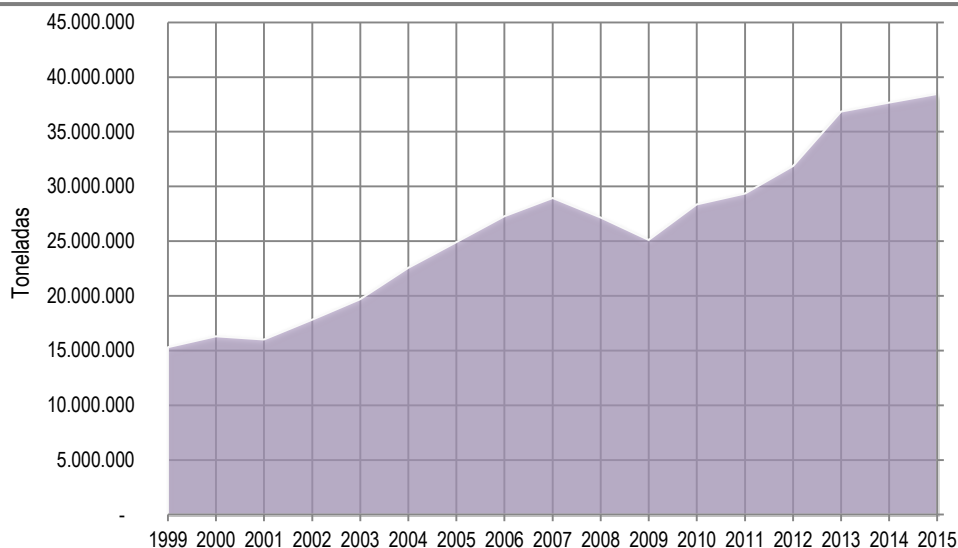
Por outro lado, as importações de biomassa registaram um aumento de 25 e 36%, em Portugal e AML, respectivamente, entre 1999 e 2015. Ao nível da AML importa destacar o facto de a biomassa ser o material mais importado, apesar de cerca de 42% da sua superfície, com base na cartografia CLC de 2012, se encontrar identificada como área agrícola, confirmando-se o que Niza (2017) refere de que a AML está longe de poder assegurar a auto-suficiência alimentar, referindo que presentemente é possível adquirir alimentos fora de estação e que aumentam a sua distância relativamente às suas áreas de produção, devido às tecnologias relacionadas com o frio industrial, baixo custo de energia e sistemas de transporte.

Outro material, que se destaca a nível de importações na AML, são os minerais não-metálicos, o que se deve sobretudo à extracção interna ser insuficiente para satisfazer a procura por este material e que surge exponenciada pelas inúmeras obras de construção que se registaram no interior da mesma. Contudo, devido ao abrandamento da economia e à diminuição de obras de construção, verifica-se que, quer a nível nacional, quer a nível da AML, as importações deste material diminuíram 37 e 34%, respectivamente.

Relativamente ao município de Lisboa, considera-se, tal como Niza *et al.* (2009), que tudo o que é consumido é proveniente de importações. Actualmente não se regista indústria extractiva em Lisboa, o mesmo se passando em termos de actividade agrícola, com a excepção de alguns terrenos privados de reduzida dimensão. Foi então assumido que todos os materiais são provenientes do exterior, nomeadamente dos municípios envolventes, sendo a extracção interna de materiais em Lisboa residual e podendo ser considerada inexistente no âmbito da presente CFM. Também, tal como Niza *et al.* (2009) referem, ao considerar-se a extracção doméstica inexistente e a produção local reduzida, as exportações de materiais serão também residuais em termos de CFM, pelo que as considerações feitas no capítulo 5.1.3, relativo à análise do DMC por material, aplicam-se às importações para o município de Lisboa.

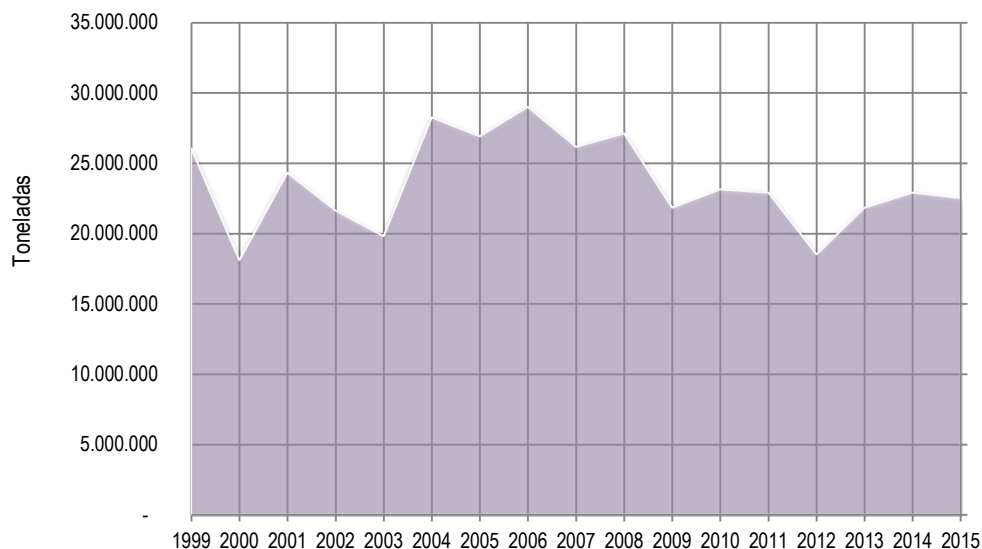
### 5.2.2. Exportações

As exportações em Portugal, para o período analisado, registaram um contínuo crescimento, apenas se registando um decréscimo de 13% entre 2007 e 2009, verificando-se entre 1999 e 2015 um aumento de 151%. Portugal passa a exportar, em 2015, 19% do DMI, enquanto que em 1999 exportava somente 7% (Figura 5.19).



**Figura 5.19** – Exportação de materiais, 1999-2015, Portugal.

Ao nível da AML (Figura 5.20) as exportações incluem fluxos nacionais e internacionais, pelo que a região apresenta variações diferentes às do país, verificando-se diversas oscilações, mas de reduzida magnitude. Observa-se uma redução de 13% nas exportações da AML, em 2015 comparativamente a 1999, contudo, relativamente ao DMI, houve um acréscimo passando a AML a exportar 54%, em 2015, enquanto em 1999 este valor era de 49%.



**Figura 5.20** – Exportação de materiais (t), 1999-2015, AML.

Em termos de peso médio dos materiais exportados, no período 1999-2015, os que mais se destacam, em ambas as escalas, são os minerais não-metálicos, seguidos da biomassa, combustíveis fósseis e minérios metálicos (Figura 5.21).

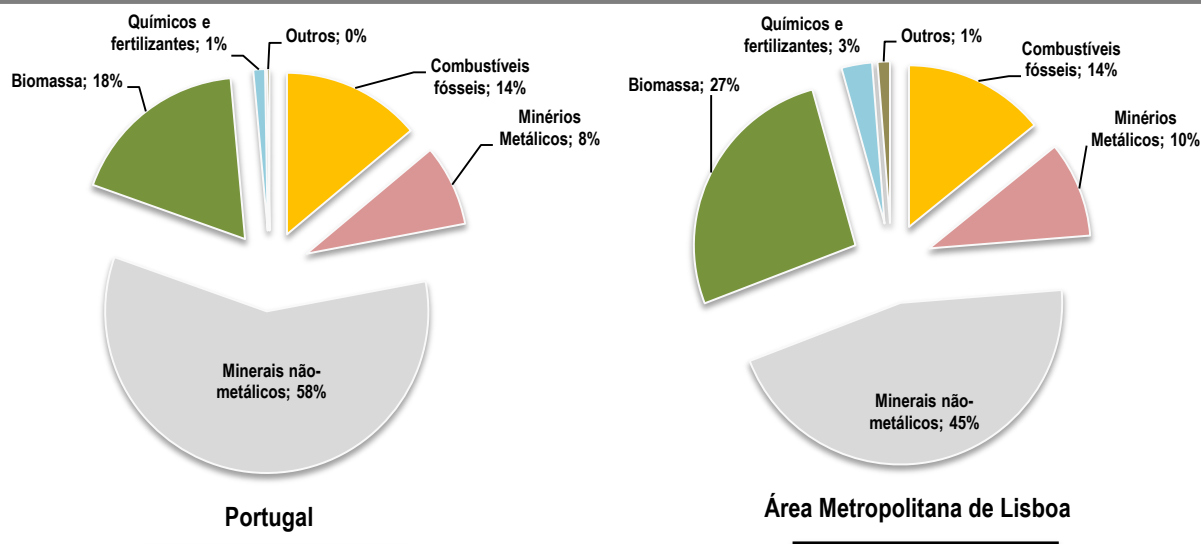


Figura 5.21 – Peso médio (%) por categoria de materiais na Exportação de Materiais, 1999-2015, Portugal e AML.

As dinâmicas de evolução, entre 1999 e 2015, são bastante distintas entre Portugal e a AML, na medida que a nível nacional as exportações de todas as categorias de materiais aumentaram mais de 100%, enquanto a nível da AML registaram-se decréscimos nas principais categorias (-16% nos minerais não-metálicos e minérios metálicos, -18% nos combustíveis fósseis), com excepção da biomassa cuja exportação aumentou 26%.

Relativamente ao município de Lisboa, não havendo praticamente produção local assumiu-se não ocorrer exportação de produtos, resumindo-se as exportações aos resíduos gerados na cidade.

### 5.2.3. Balança comercial física

Com base no que foi anteriormente apresentado, e subtraindo as exportações às importações, é possível estimar a balança comercial física (PTB), onde se verifica que a economia portuguesa, de 1999 a 2015, esteve sempre em *superavit* em termos de trocas físicas, apesar de, neste período, ter registado uma redução de 47% no referido *superavit* (Figura 5.22).

Já a AML em 1999 e a partir de 2003 apresentava um *défi*ce, tendo registado somente entre 2000 e 2002 um *superavit* em termos de trocas físicas.

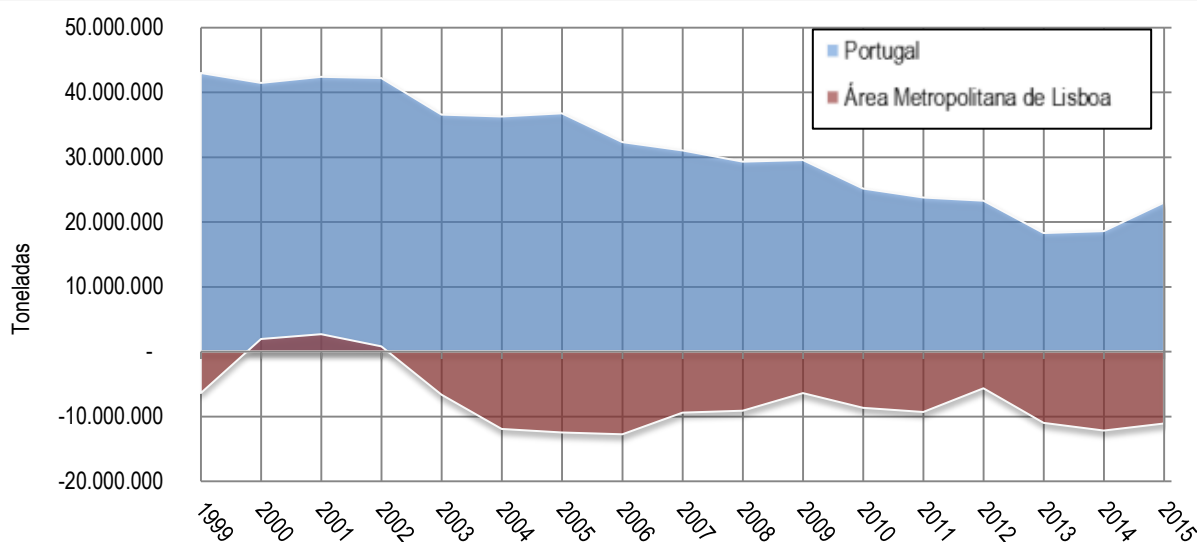


Figura 5.22 – Balança comercial física, 1999-2015, Portugal e AML.

### 5.2.4. Emissões internas de materiais

Apesar de os tipos de emissões internas de materiais (DPO) com maior peso em cada ano serem semelhantes entre a escala nacional e a AML, o seu peso é significativamente diferente em alguns dos materiais (Figura 5.23), nomeadamente no peso das emissões (peso médio de 32% à escala nacional e de 54% à escala da AML) e dos RU e resíduos industriais (peso médio de 48% à escala nacional e de 26% à escala da AML).

Em termos totais de DPO, entre 1999 e 2015, houve um decréscimo de 27% à escala nacional e de 37% à escala regional, tendo o seu peso relativamente ao DMI também reduzido de 33% (Portugal) e 31% (AML) em 1999 para 27% (Portugal) e 25% (AML) em 2015.

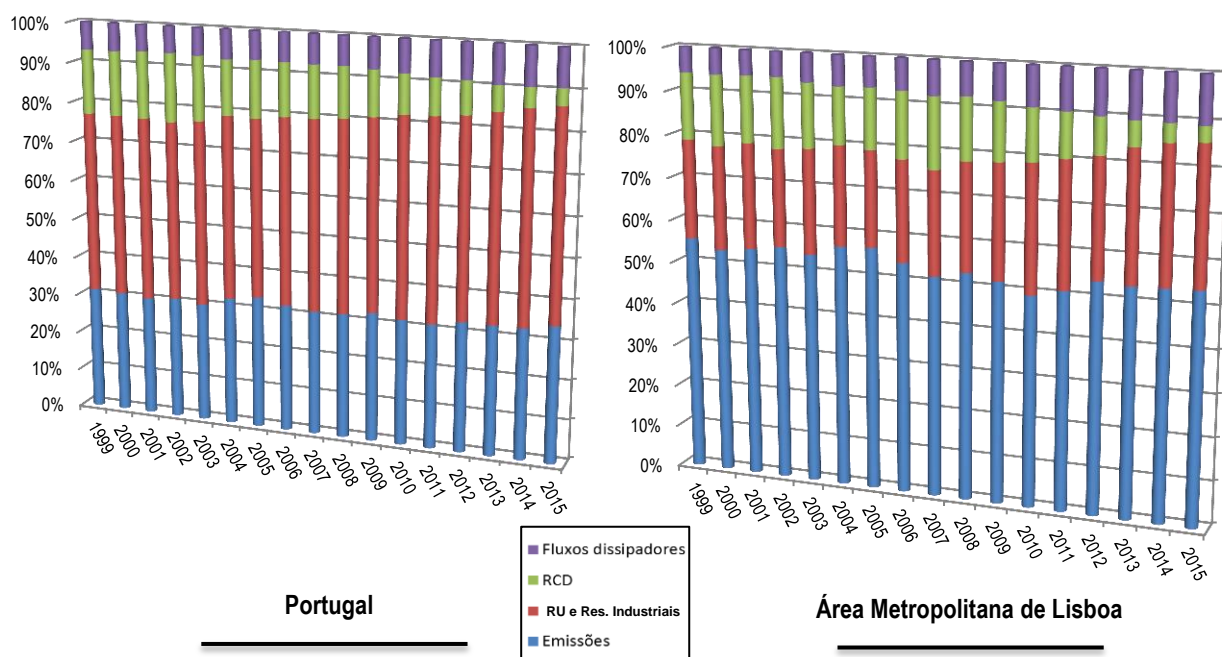
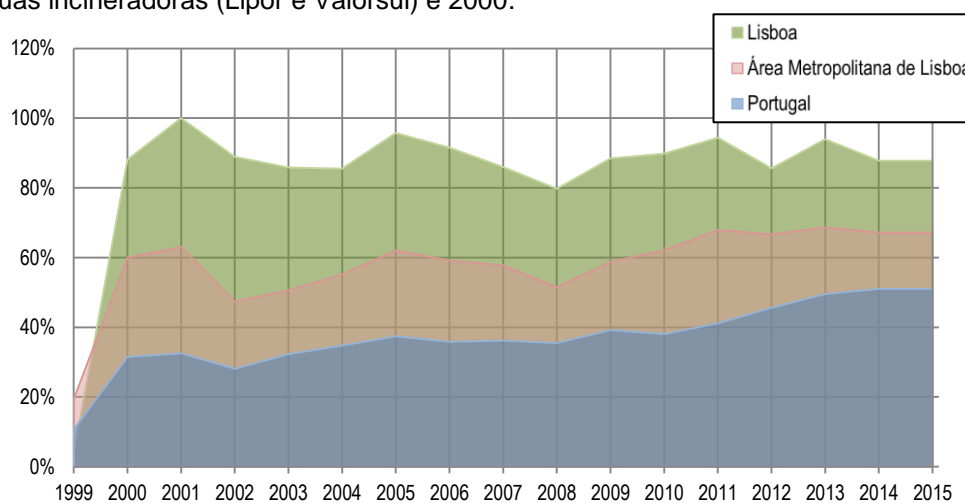


Figura 5.23 – Peso anual por tipo de DPO, 1999-2015, em Portugal e AML.

Ainda na Figura 5.23 entre 2015 e 1999, em ambas as escalas, regista-se um decréscimo no peso dos RCD, que passa de 16% e 15%, em Portugal e AML, respectivamente, para 4% em ambos.

Relativamente à valorização dos RU recolhidos, quanto maior a escala, maior a fracção que é valorizada (Figura 5.24). A excepção foi em 1999, onde Lisboa apresentou a taxa mais reduzida. No entanto, em todos os casos, houve uma evolução positiva em termos taxa de valorização dos RU, entre 1999 e 2015. Nas três escalas houve um grande aumento em termos de valorização em 2000 e 2001, o que se deve à implementação das prioridades definidos no primeiro PERSU, designadamente a erradicação das lixeiras, o aumento da rede de recolha selectiva multimaterial e de estações de triagem, o aumento do número de unidades de valorização orgânica e a entrada em funcionamento pleno das duas incineradoras (Lipor e Valorsul) e 2000.



**Figura 5.24** – Valorização dos RU recolhidos, 1999-2015, Portugal, AML e Lisboa.

Em termos do destino dos RU recolhidos (Figura 5.25) regista-se o aumento da taxa de valorização dos RU produzidos a todas as escalas, passando de 11% (Portugal), 19% (AML), 4% (Lisboa), em 1999, para 51% (Portugal), 67% (AML) e 88% (Lisboa) em 2015, o que se deve essencialmente à valorização energética. Corresponde a valorização não energética, em 2015, apenas a 30%, 26% e 19%, à escala de Portugal, AML e Lisboa, respectivamente, dos RU produzidos.

Quanto aos resíduos industriais, de acordo com os dados relativos a 2003 (CCDR LVT, 2009), a percentagem alvo de valorização é de 54 e 52%, na AML e Lisboa, respectivamente.

Relativamente aos RCD não foi possível obter informação acerca do seu destino final.

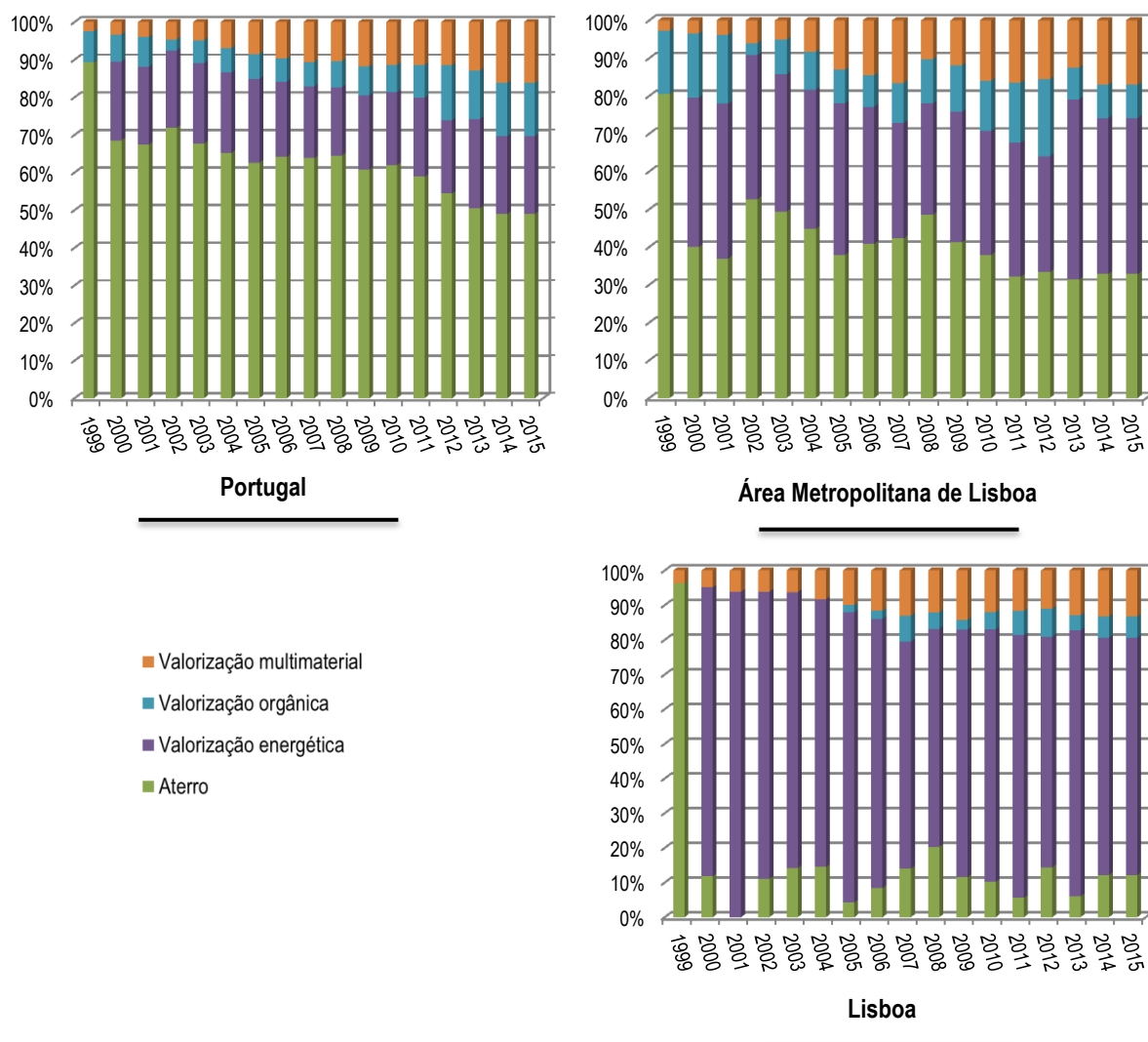


Figura 5.25 – Destino dos RU recolhidos, 1999-2015, Portugal, AML e Lisboa.

### 5.2.5. Acréscimos líquidos às existências de materiais

Algo que se encontra directamente relacionado com a quantidade de resíduos produzidos, é o tempo de residência dos materiais na economia, na medida em que para os bens não duráveis a quantidade de resíduos produzida anualmente está relacionada directamente com DMC, mas para os bens duráveis o seu efeito não é imediato, sendo a produção de resíduos dependente do DMC em anos anteriores. Na Figura 5.26 apresentam-se os resultados relativos aos acréscimos líquidos às existências de materiais (NAS) totais, relativos ao DMC estimado anualmente.

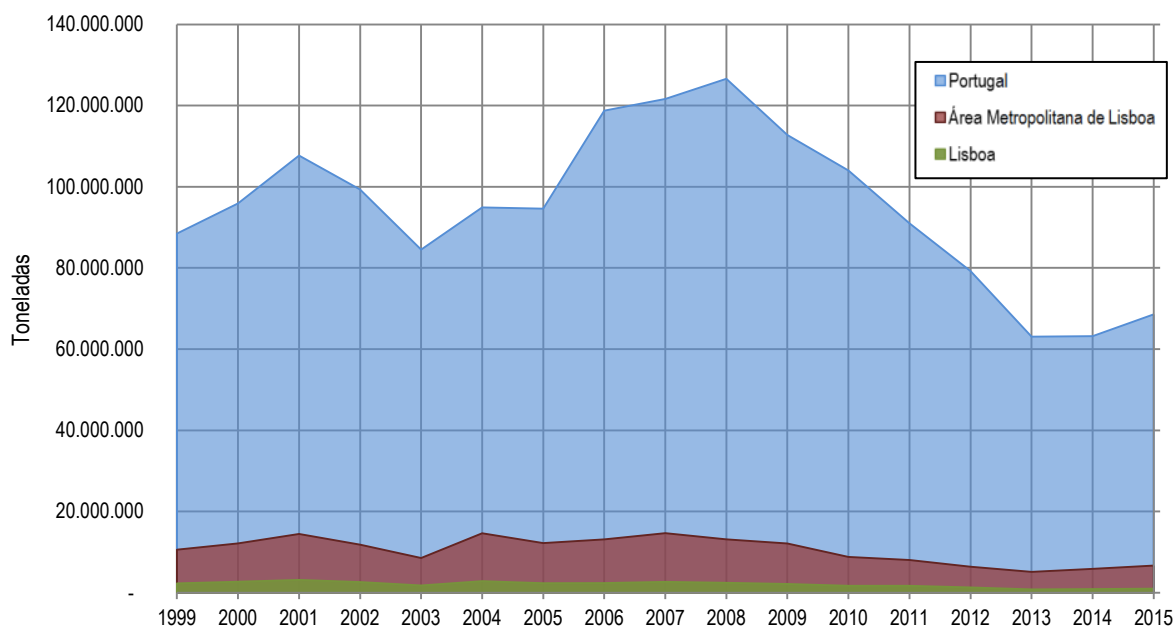


Figura 5.26 – NAS (t), 1999-2015, Portugal, AML e Lisboa.

A dinâmica de NAS é interdependente da dinâmica do DMC e, pela Figura 5.26, é possível verificar a elevada quantidade de materiais que são acumulados anualmente. Em Portugal, o NAS atinge o seu nível máximo em 2008, com a acumulação de 126.600.209 t. Na AML, o valor mais elevado regista-se em 2007, correspondendo a 14.663.062 t e, em Lisboa, o valor mais elevado é em 2001, com 3.140.291 t acumuladas em *stock*. Comparativamente a 1999, verifica-se que o valor de NAS em 2015 sofreu uma redução em todas as escalas: 22% à escala nacional, 37% à escala da AML e 57% à escala do município de Lisboa.

O valor de NAS, comparativamente ao valor do DMC, depende da tipologia de produtos consumidos nesse ano, reduzindo-se, por exemplo, significa que houve uma menor quantidade de materiais de construção. Na Figura 5.27 observa-se que de 1999 para 2015 o material consumido que constituiu NAS passou de 48% para 43%, de, 39% para 35% e de 45% para 38% em Portugal, AML e Lisboa, respectivamente.

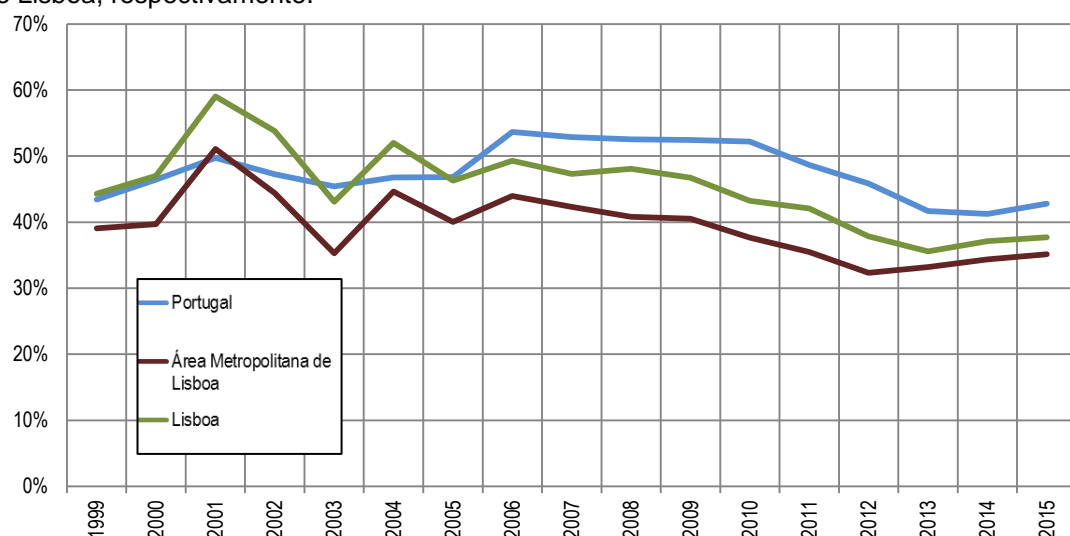


Figura 5.27 – NAS relativamente ao DMC, 1999-2015, Portugal, AML e Lisboa.

Relativamente à percentagem de DMI que constitui NAS (Figura 5.28), verifica-se um decréscimo, passando de um valor de 40% (Portugal) e 20% (AML), em 1999, para 35% (Portugal) e 16% (AML), em 2015.

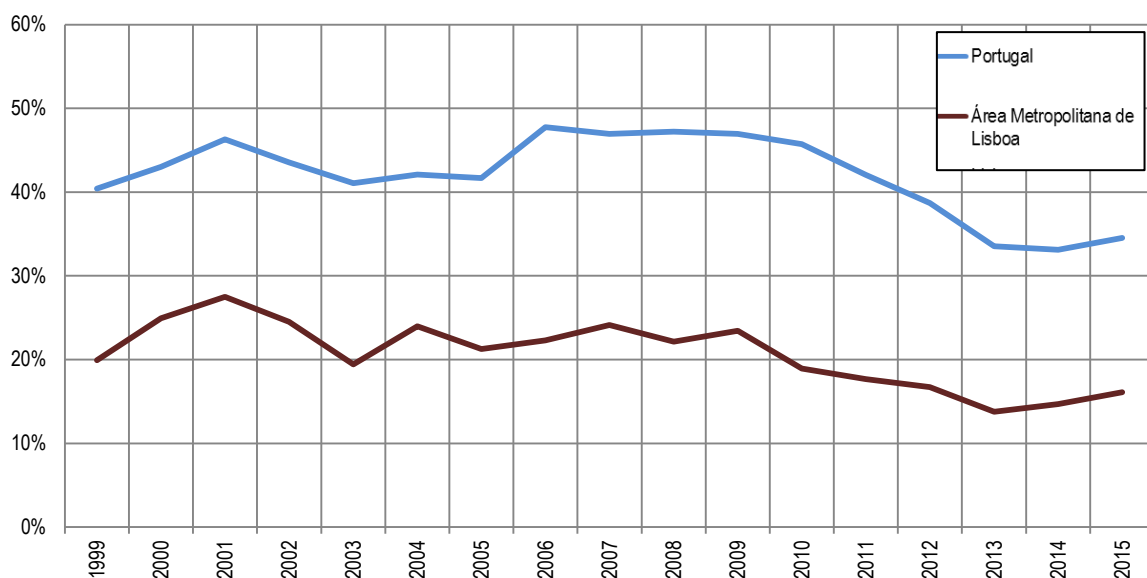


Figura 5.28 – NAS relativamente ao DMI, 1999-2015, Portugal, AML e Lisboa.

Analisando por tipologia de materiais (Figura 5.29), verifica-se que, em média entre 1999 e 2015, os materiais com maior peso em termos de NAS são os minerais não-metálicos, seguidos da biomassa, minérios metálicos e combustíveis fósseis, correspondendo, em qualquer escala, os materiais associados à construção (minerais não-metálicos e minérios metálicos) a mais de 80%.

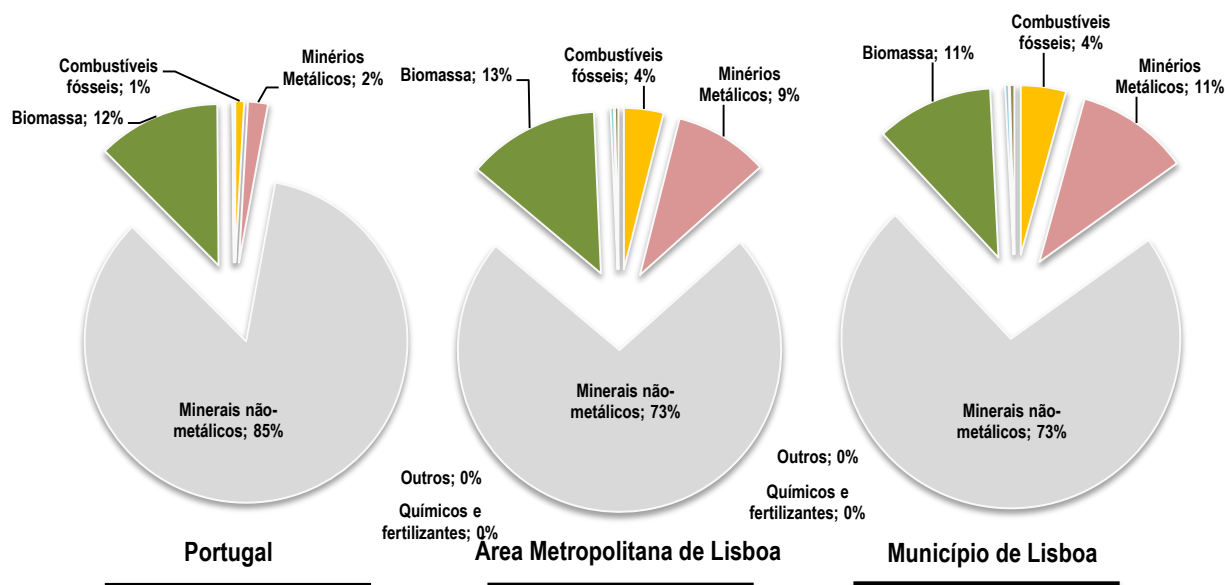


Figura 5.29 – Peso médio por categoria de materiais em NAS, 1999-2015, Portugal, AML e Lisboa.



## 6. CONCLUSÕES

---

Na presente dissertação efectuou-se a análise e caracterização de dinâmicas de consumo de recursos, e indicadores associados, a diferentes escalas num período temporal alargado – de 1999 a 2015. Esta caracterização foi aplicada a Portugal, AML e município de Lisboa, efectuada para 6 categorias principais de materiais (*i.e.* combustíveis fósseis, minérios metálicos, minerais não metálicos, biomassa, químicos e fertilizantes, e outros) e 28 subcategorias, e desagregada por actividade económica. Permitiu analisar o DMC e os fluxos de entrada e saída de materiais, nomeadamente a sua extracção interna, importações, exportações, DPO e NAS.

Para tal recorreu-se ao modelo UMAN, que no âmbito da presente dissertação foi alvo de revisão e optimização efectuando-se alterações metodológicas ao mesmo. Dada a complexidade do modelo, procurou-se descrever os passos metodológicos detalhadamente com o intuito de “abrir a caixa negra” do modelo, permitindo ao leitor a sua mais fácil compreensão, e contribuir para a sua divulgação e possível definição enquanto método padronizado para realização de CFM à escala regional e municipal.

O trabalho desenvolvido pretende contribuir para a consolidação da CFM enquanto ferramenta de apoio a decisores políticos a diferentes escalas, na administração pública e gestão municipal, visando a melhoria da eficiência da utilização de recursos e abrangendo todo o ciclo do fluxo de materiais.

São de destacar dois aspectos inovadores neste trabalho. Por um lado, a sua abrangência em termos de escala espacial bem como de período temporal, permitindo quantificar, e comparar, os fluxos de materiais ao longo de dezassete anos, 1999-2015. Por outro lado, a análise de diferentes factores de extrapolação do DMC entre escalas a partir da qual se propõe um factor de extrapolação diferente do usado no UMAN original.

Para este estudo foram considerados quatro factores por actividade económica (*i.e.* número de trabalhadores, VAB, consumo final de energia eléctrica e as vendas de produtos do petróleo) e três factores que resultam da combinação destes. A extrapolação da escala regional para a municipal foi feita com base numa matriz de distribuição espacial que combina dois factores energéticos (*i.e.* consumo final de energia eléctrica e venda de produtos de petróleo) por secção CAE, por apresentarem uma menor diferença nos valores estimados por extrapolação relativamente aos estimados pelo modelo UMAN.

Apesar dos resultados indicarem uma relação linear muito forte, em termos de valor de DMC total e em alguns tipos de materiais, é necessário ter presente que tal extrapolação tem um erro associado ao utilizar dados desagregados por CAE, uma vez que estes poderão não corresponder à localização efectiva da empresa não reflectindo, portanto, dados reais para a área em estudo. Por outro lado, ao assumir-se na extrapolação a existência de uma relação linear entre o DMC a

diferentes escalas também se pode estar a incorrer num erro, dado que os padrões de consumo poderão diferir nas diferentes escalas.

Assim sendo, a questão da extrapolação entre escalas apresenta um amplo leque de possíveis opções de investigação futura. Poderá ser analisada a possibilidade de utilização de outros factores de extrapolação, nomeadamente através do estudo das relações entre os diferentes fluxos de materiais e as diferentes condicionantes dos mesmos, que poderão ser sócio-económicas, ambientais, urbanísticas, ou até políticas. Poderão também ser alvo de análise as possibilidades de extrapolação dos fluxos de materiais à escala da freguesia.

Um outro aspecto inovador, nesta dissertação, foi a validação do modelo UMAN por comparação dos resultados obtidos à escala nacional com os estimados e publicados pelo INE e reportados ao Eurostat. Verificou-se que os valores estimados pelo UMAN apresentam uma diferença máxima, nos dezassete anos analisados, de apenas 3% e 4% nos indicadores DMI e DMC, respectivamente. Nas importações apresenta uma diferença máxima de 8%, que chega aos -16% nas exportações (possivelmente devido à correcção efectuada no modelo UMAN nos valores de exportação aos valores negativos de DMC). Nos indicadores NAS e DOP foram verificadas diferenças máximas de -40% e -34%, respectivamente, mas tal deve-se ao facto dos valores estimados pelo INE, para as emissões, não excluírem os fluxos de oxigénio e não contabilizarem as emissões de CO<sub>2</sub> somente em quantidade de carbono.

Com base na validação de resultados efectuada, nomeadamente a nível nacional, os resultados são satisfatórios. Contudo, como trabalho a desenvolver futuramente, poderão ser analisados os pressupostos e testados outros modos de ultrapassar as dificuldades encontradas. Neste âmbito destaque-se, para além do referido estudo de outros factores de extrapolação, a revisão dos rácios de conversão da nomenclatura de transportes para a combinada, a matriz de distribuição de mercadorias por actividade económica, e das matrizes contidas na base de dados ProdChar (*i.e.* matriz de composição material, matriz de fase de ciclo de vida e matriz de tempo de residência).

Por outro lado, o trabalho desenvolvido visou rever e otimizar o modelo UMAN, tornando-o mais operacional para este tipo de estudos e possibilitando a futura construção de um programa com este modelo, que automatize, simplifique e torne mais célere o seu complexo processo de cálculo.

Da contabilização de fluxos de materiais efectuada, entre 1999 e 2015, observa-se uma possível relação com a situação política e sócio-económica do país. Por exemplo, em termos de DMC, em qualquer das escalas, o ano de menor consumo foi 2013, coincidindo com o final do PAEF, e o de maior consumo foi 2007 ou 2008 (no caso nacional), coincidindo com o eclodir da crise financeira mundial.

Em praticamente todos os indicadores, os valores em 2015 são inferiores aos de 1999, sugerindo uma desmaterialização da economia.

Outro aspecto, que foi possível concluir, foi que a DMI na economia nacional tem

essencialmente origem na extracção interna de materiais, cujos principais tipos de materiais são os minerais não-metálicos e a biomassa. A nível das importações destacam-se os combustíveis fósseis e a biomassa, possivelmente relacionados com a inexistência destes recursos no país e reduzida auto-suficiência alimentar em alguns tipos de biomassa, respectivamente.

As importações e exportações são um dos indicadores que variaram de forma diferente à escala nacional ou regional. A nível nacional, estas apresentam um acréscimo no período analisado, enquanto na AML, que inclui os fluxos abrangendo o resto do país e o resto do mundo, estas decresceram.

A proporção do DMI que é exportado, directamente (como matéria-prima) ou para o fabrico de bens para exportação, é muito superior na AML, comparativamente à da nacional. Na AML regista-se um *défice* de trocas físicas em 1999 e a partir de 2003, enquanto a nível nacional se regista um *superavit* em todo o período considerado (apesar de entre 1999 e 2015 se ter registado uma redução de 47% no referido *superavit*). Portanto, na AML, as exportações diminuíram mas o seu peso no DMI aumentou, uma vez que o peso no DMI do DMC diminuiu na AML.

Tal poderá estar relacionado com a tendência para a terciarização da economia, sendo o sector terciário aquele que apresenta maior DMC a todas as escalas, com um peso superior à escala do município de Lisboa (90%), comparativamente à escala da AML (65%) ou nacional (58%). São as economias mais terceirizadas que registaram uma maior quebra no DMC no período analisado (21% em Portugal, 30% na AML e 49% em Lisboa).

Os materiais mais consumidos são os mesmos nas três escalas analisadas (*i.e.* minerais não-metálicos, biomassa e combustíveis fósseis), sendo a biomassa a que sofreu uma redução menos significativa. Tal conduz a que a biomassa assuma uma maior importância em termos de consumo nos últimos anos analisados e nos quais se está a registar uma recuperação da economia, sendo no município de Lisboa o material mais consumido.

Apesar do decréscimo no consumo, verifica-se que em 2015 o DMC referente a recursos não renováveis se mantém acima dos 50%, em qualquer das escalas, e a valorização não energética dos RU é inferior a 30%.

Os resultados obtidos, cuja análise de resultados efectuada demonstrou algumas das suas potencialidades de análise, apresentam inúmeras aplicações multidisciplinares de investigação. A metodologia poderá ser aplicada a outros países, regiões e municípios, analisando-se como os valores estimados, em termos de consumo de tipos de materiais, variam entre estas comparando os seus diferentes aspectos estruturantes.

Os resultados obtidos por aplicação desta metodologia podem suportar a definição de políticas de diferentes âmbitos, como sejam, a gestão de resíduos, de obras públicas, de usos de solo, conservação de recursos naturais, qualidade da água e do ar, energia, transportes, alimentação, entre outras. Analisar os fluxos de materiais e suas dinâmicas é a base para que os decisores

políticos possam implementar políticas que visem uma gestão integrada dos recursos e a dissociação do crescimento económico dos impactes ambientais. Para tal é necessária uma análise que aprofunde a que se efectuou na presente dissertação, ou seja, que analise as relações entre as diferentes escalas, sectores económicos, materiais e os diferentes factores que condicionam o consumo.

Todos estes desenvolvimentos que se apontaram para estudos futuros visam melhorar o conhecimento do metabolismo urbano a diferentes escalas e suportar uma mudança para um paradigma de consumo mais sustentável assente na racionalização do consumo dos recursos naturais.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- ADENE, 2015. *Energy Efficiency Trends and Policies in Portugal*. Agência para a Energia. [<http://www.odyssee-mure.eu/publications/national-reports/energy-efficiency-portugal.pdf>, Setembro 2017]
- AEP, 2003. *Rochas Ornamentais*. Associação Empresarial de Portugal. [[http://aep.org.pt/docs/aep-estudos/rochas-ornamentais-\(mar-2003\).pdf](http://aep.org.pt/docs/aep-estudos/rochas-ornamentais-(mar-2003).pdf), Setembro 2017]
- AEP, 2007. *Sector da construção – Relatório de conjuntura*. Associação Empresarial de Portugal. [<http://www.aeportugal.pt/Areas/InfoEconomica/SinteseConjuntura/200704Construcao.pdf>, Setembro 2017]
- AIFF, 2013. *Estudo prospetivo para o setor florestal - Relatório final*. Associação para a Competitividade da Indústria da Fileira Florestal. [[http://www.aiff.pt/assets/ESTUDO\\_Prospetivo\\_-\\_Sector-Florestal.pdf](http://www.aiff.pt/assets/ESTUDO_Prospetivo_-_Sector-Florestal.pdf), Setembro 2017]
- Alexandre, F., Aguiar-Conraria, L., Bação, P., 2016. *Crise e Castigo. Os desequilíbrios e o resgate da economia portuguesa*. Fundação Francisco Manuel dos Santos.
- APA, 2011. *Plano Nacional de Gestão de Resíduos 2011-2020 - Proposta de PNGR*. Agência Portuguesa do Ambiente. [[https://www.apambiente.pt/\\_cms/view/page\\_doc.php?id=10](https://www.apambiente.pt/_cms/view/page_doc.php?id=10), Setembro 2017]
- APA, 2017. *Estratégia Nacional de Educação Ambiental 2020*, Lisboa. Agência Portuguesa do Ambiente. [[https://www.apambiente.pt/\\_zdata/DESTAQUES/2017/ENEA/AF\\_Relatorio\\_ENEA2020.pdf](https://www.apambiente.pt/_zdata/DESTAQUES/2017/ENEA/AF_Relatorio_ENEA2020.pdf), Setembro 2017]
- Ayres, R., Kneese, A., 1968. Environmental Pollution. *In Federal Programs for the development of Human Resources. A compendium of papers*, Volume 2, 626-684. Washington.
- Baccini, P., 1996. Understanding Regional Metabolism for a Sustainable Development of Urban *Environmental Science and Pollution Research*, 3 (2): 108–111.
- Barles, S., 2007, Feeding the city: Food consumption and flow of nitrogen, Paris, 1801–1914. *Science of the Total Environment*, 375: 48-58.
- Barles, S., 2010. Society, energy and materials: the contribution of urban metabolism studies to sustainable urban development issues. *Journal of Environmental Planning and Management*, 53 (4): 439-455.

- BDO, 2016. *Comércio a retalho, exceto de veículos automóveis e motociclos – Análise sectorial*. [[http://www.bdo.pt/getmedia/ab893373-fe9b-4cd8-8efa-e0fe72e8ae65/as-47\\_2016.pdf](http://www.bdo.pt/getmedia/ab893373-fe9b-4cd8-8efa-e0fe72e8ae65/as-47_2016.pdf), Setembro 2017]
- Beloin-Saint-Pierre, D., Rugani, B., Lasvaux, S., Mailhac, A., Popovici, E., Sibiude, G., Benetto, E., Schiopu, N., 2017. A review of urban metabolism studies to identify key methodological choices for future harmonization and implementation. *Journal of Cleaner Production*, 163: 223-240.
- Bettencourt, L., Lobo, J., Kühnert, H., West, G., 2007. Growth, innovation, scaling, and the pace of life in cities. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104 (17): 7301-7306.
- Bing, F., 1971. The history of the word 'metabolism'. *Journal of the History of Medicine and Allied Sciences*, 26(2): 158–180.
- Bohdanowicz, P., Curie-Kallhauge, A., Martinac, I., 2001. Energy-efficiency and conservation in hotels – towards sustainable tourism. *Proceedings of the 4th International Symposium on Asia Pacific Architecture*, April 5-7, Hawaii, USA.
- Brito, J., 2003. Resíduos da construção e demolição. *Seminários sobre desenvolvimento sustentável*, 22 Outubro, IST, Lisboa.
- Brunner, P., Daxbeck, H., Baccini, P., 1994. Industrial metabolism at the regional and local level: A case-study on a Swiss region. In *Industrial Metabolism: Restructuring for sustainable development*, editado por Ayres, R. e Simonis, U. Tokyo: United Nations University Press.
- Brunner, P., Rechberger, H., 2004. *Practical Handbook of Material Flow Analysis*. Florida: CRC Press LLC.
- CAE - Rev. 2. *Classificação Portuguesa das Actividades Económicas, segunda revisão*. Decreto-Lei nº 197/2003. *Diário da República* n.º 197/2003, Série I-A de 2003-08-27: 5656-5675.
- CAE - Rev. 3. *Classificação Portuguesa das Actividades Económicas, Revisão 3*. Decreto-Lei nº 381/2007. *Diário da República* n.º 219/2007, Série I de 2007-11-14: 8440-8464.
- Carrola, A., 2017. Gestão e Reciclagem dos Resíduos de Construção & Demolição. *Protocolo de Gestão de Resíduos de Construção & Demolição da UE*, Lisboa, 8 de Junho de 2017. [<https://ec.europa.eu/docsroom/documents/25564/attachments/4/translations/en/renditions/native>, Dezembro 2017].
- CEC, 2003. *Communication from the Commission to the council and the European parliament: Towards a thematic Strategy on the Sustainable Use of Natural Resources*, COM(2003) 572final, Commission of the European Communities, Brussels. [<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52003DC0572&from=EN>, Janeiro 2017]

- CEC, 2007. *Analysis of the competitiveness of the non-energy extractive industry in the EU*. Commission Staff Working Document, SEC (2007) 771, Commission of the European Communities, Brussels. [<http://www.euromines.org/files/publications/analysis-competitiveness-non-energy-extractive-industry-eu-4-june-2007.pdf>, Setembro 2017]
- CCDRLVT, 2009. *Plano Regional de Ordenamento do Território da Área Metropolitana de Lisboa – Diagnóstico Sectorial - Abastecimento de Água, Saneamento de Águas Residuais e Resíduos Sólidos*. Edição Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo. [<http://www.ccdr-lvt.pt/uploader/index.php?action=download&field=http://www.ccdr-lvt.pt/files/91784177f618c9e13efb5297508d9597a56856ee.pdf&fileDesc=Diagnostico-Sectorial-Abast-Agua-Saneamento-Aguas-Residuais-Residuospdf>, Janeiro 2017]
- CCRLVT, 2001. *PROT-AML: Plano Regional de Ordenamento do Território da Área Metropolitana de Lisboa – Estudos de Fundamentação Técnica*. Volume III, Edição Comissão de Coordenação da Região de Lisboa e Vale do Tejo. [[http://www.ccdr-lvt.pt/uploader/index.php?action=download&field=http://www.ccdr-lvt.pt/files/6f7528558a9943870076948ffdbb52685e4c003e.pdf&fileDesc=PROTAML\\_Vol3\\_Fundamentacao\\_Tecnica](http://www.ccdr-lvt.pt/uploader/index.php?action=download&field=http://www.ccdr-lvt.pt/files/6f7528558a9943870076948ffdbb52685e4c003e.pdf&fileDesc=PROTAML_Vol3_Fundamentacao_Tecnica), Janeiro 2017]
- Coelho A, Brito J., 2008. *Estimation of CDW generation in Portugal*. In *Presentation course apply new requirements in the CDW management*, FUNDEC/DECivil/IST. *Citado em Melo (2011)*.
- Coelho, A., Brito, J., 2011. Generation of Construction and Demolition Waste in Portugal. *Waste Management & Research*, 29 (7): 739-750.
- Cremers, J., Williams, C., Hawley-Woodall, J., Nikolova, N., 2017. Tackling undeclared work in the construction industry. *A learning resource from the Construction Seminar of the European Platform Undeclared Work*, Brussels. [<http://ec.europa.eu/social/BlobServlet?docId=18132&langId=en>, Setembro 2017]
- Currie, P., Musango, J., 2016. African Urbanization: Assimilating Urban Metabolism into Sustainability Discourse and Practice. *Journal of Industrial Ecology*, 21 (5): 1262-1276.
- Decker, H., Elliott, S., Smith, F.A., Blake, D.R., Sherwood Rowland, F., 2000. Energy and material flow through the urban ecosystem. *Annual Review of Energy and the Environment*, 25: 685-740.
- Decreto de Aprovação da Constituição. *Diário da República* n.º 86/1976, Série I de 1976-04-10: 738-775. [<http://dre.pt/application/conteudo/502635>, Setembro 2017]
- DGEG, 2017, *Balanço energético sintético 2016*. Direção Geral de Energia e Geologia. [<http://www.dgeg.gov.pt/wwwbase/wwwinclude/ficheiro.aspx?access=1&id=15901>, Janeiro 2018]

Duarte, A., 2016. *Analysis of the urban metabolism of European metropolitan areas*, Master Thesis. (Mechanical Engineering), Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa. [[https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/1689244997256224/Tese\\_ARQD\\_73441.pdf](https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/1689244997256224/Tese_ARQD_73441.pdf), Fevereiro 2018]

Duvigneaud, P., Denayeyer-De Smet, S., 1977. *L'Ecosystème Urb., L'Ecosystème Urbain Bruxellois*. In *Productivité biologique en Belgique*, Travaux de la Section Belge du Programme Biologique International, Éditions Duculot: 581-597. Paris.

EC, 2010. *Europe 2020 - A strategy for smart, sustainable and inclusive growth*. Communication from the Commission, COM(2010) 2020 final, European Commission, Brussels. [<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52010DC2020&from=EN>, Janeiro 2017]

EC, 2016. *Next steps for a sustainable European future. European action for sustainability*. Communication from the commission to the European Parliament, the council, the European economic and social committee and the committee of the regions, COM(2016) 739 final, European Commission, Strasbourg. [[https://ec.europa.eu/europeaid/sites/devco/files/communication-next-steps-sustainable-europe-20161122\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/europeaid/sites/devco/files/communication-next-steps-sustainable-europe-20161122_en.pdf), Setembro 2017]

EESCC, 2009. Opinion of the European Economic and Social Committee on the 'Non-energy mining industry in Europe. *Official Journal of the European Union*, 2009/C27/19: 82-87. European Economic and Social Committee [ <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52008IE1206>, Janeiro 2017]

EGP, n.d., *Estudo estratégico das indústrias de madeira e mobiliário*, Escola de Gestão do Porto, Porto. [<http://norteemrede.ccdr-n.pt/rede-de-informacao/publicacoes/estudo-estrategico-da-industria-de-mobiliario>, Janeiro 2018]

*Estratégia "Cidades Sustentáveis 2020"*. Resolução do Conselho de Ministros n.º 61/2015. Diário da República n.º 155/2015, Série I de 2015-08-11: 5704 - 5741

Eurofound, 2012. *Representativeness of the European social partner organisations: the Hotel, restaurant and catering (Horeca) sector*. European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions, Ireland. [<http://ec.europa.eu/social/BlobServlet?docId=9306&langId=en>, Fevereiro, 2017].

Eurostat, 2001. *Economy-wide Material Flow Accounts and Derived Indicators. A Methodological Guide*. Statistical Office of the European Union, Luxembourg. [<http://ec.europa.eu/eurostat/documents/1798247/6191533/3-Economy-wide-material-flow-accounts...-A-methodological-guide-2001-edition.pdf/>, Novembro 2016]

- Eurostat, 2011. *Key figures on European business with a special feature on SMEs*, Eurostat Pocketbooks, Luxembourg. [<http://ec.europa.eu/eurostat/documents/3930297/5967534/KS-ET-11-001-EN.PDF/81dfdd85-c028-41f9-bbf0-a9d8ef5134c5>, Novembro 2016]
- Eurostat, 2013. *Economy-wide Material Flow Accounts (EW-MFA) - Compilation Guide*, Statistical Office of the European Communities, Luxembourg. [<http://ec.europa.eu/eurostat/documents/1798247/6191533/2013-EW-MFA-Guide-10Sep2013.pdf/54087dfb-1fb0-40f2-b1e4-64ed22ae3f4c>, Novembro 2016]
- Eurostat, 2006. The non-energy mining and quarrying industry in the EU. *Statistics in Focus - Industry, trade and services*, 32/2006, Statistical Office of the European Communities, Luxembourg. [<http://ec.europa.eu/eurostat/documents/3433488/5444241/KS-NP-06-032-EN.PDF/79c9da39-1bce-4ada-a5ee-82b781e67833?version=1.0>, Fevereiro 2018]
- Faísca, L., 2010, Modelar relações entre variáveis quantitativas. *Seminários de métodos e análise de dados*, Doutoramento em Psicologia, UALG. [<http://w3.ualg.pt/~lfaisca/SMAD05/SMAD%2005.pdf>, Novembro 2017]
- Fath, B., Patten, B., 1999. Review of the foundations of network environ analysis. *Ecosystems*, 2, 167-179.
- Ferrão, P., J. Fumega, N. Gomes, S. Niza, A. Pina, L. Santos, 2014. *Urban Metabolism of Six Asian Cities*, ADB Reports, Asian Development Bank. [<https://www.adb.org/sites/default/files/publication/59693/urban-metabolism-six-asian-cities.pdf>, Novembro 2016]
- Fischer-Kowalski, M., 1998. Society's metabolism: The intellectual history of material flow analysis, Part I: 1860–1970. *Journal of Industrial Ecology*, 2 (1): 61-78.
- Franzblau, A., 1958. *A Primer of Statistics for Non-Statisticians*, Harcourt, Brace & World. Citado em Faísca (2010).
- Friend, G., 1991. What's my Restaurant Got to do with Saving the Earth. *Presented at the National Restaurant Association*. Available on tape from the National Restaurant Association, Chicago, IL. Citado em Miller e Othmer (1994)
- Gandy, M., 2004. Rethinking urban metabolism: Water, space and the modern city. *City* 8(3): 363-379.
- Graedel, T., 1999. Industrial ecology and the Ecocity. *The Bridge*, 29(4): 10-14.
- Gomes, Conceição, 2004. A estrutura de custos das actividades económicas portuguesas e o custeio baseado nas actividades. *X Congresso contabilidade*, Estoril. [<https://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/1610/1/a%20estrutura%20de%20custos%20das%20actividades%20econ%C3%B3micas%20portug%E2%80%A6.pdf>, Fevereiro 2018]

Hammer, M., Giljum, S., 2006. Materialflussanalysen der Regionen Hamburg, Wien und Leipzig. *NEDS working papers #6* (08/2006), Hamburg, Germany. *Citado em Rosado et al. (2014)*

Hanya, T., Ambe, Y., 1977. A study on the metabolism of cities. In: *Science for a Better Environment. Proceedings of the International Congress on the Human Environment*, Kyoto: 228-233.

Hendriks, C., Obernoster, R., Müller, D., Kytzia, S., Baccini, P, Brunner, P., 2000. Material flow analysis: A tool to support environmental policy decision making. Case-studies on the city of Vienna and the Swiss lowlands. *Local Environment* 5(3): 311–328.

INE, 2010. Gestão de resíduos em Portugal 2004-2009, Destaque – Informação à comunicação social, Instituto Nacional de Estatística.

[[https://www.ine.pt/ngt\\_server/attachfileu.jsp?look\\_parentBoui=95453848&att\\_display=n&att\\_download=y](https://www.ine.pt/ngt_server/attachfileu.jsp?look_parentBoui=95453848&att_display=n&att_download=y), Setembro 2017]

INE, 2016. *Contas Satélite do Ambiente: Conta de Fluxos de Materiais. Notas metodológicas*. Instituto Nacional de Estatística.

[[https://www.ine.pt/ngt\\_server/attachfileu.jsp?look\\_parentBoui=275695943&att\\_display=n&att\\_download=y](https://www.ine.pt/ngt_server/attachfileu.jsp?look_parentBoui=275695943&att_display=n&att_download=y), Novembro 2016]

INR, 2003. *Estudo de inventariação de resíduos industriais. Relatório Síntese*. Instituto dos Resíduos.

[[http://cdn.jornaldenegocios.pt/files/2015-10/30-10-2015\\_09\\_34\\_03\\_Estudo\\_de\\_Inventaria%C3%A7%C3%A3o\\_de\\_Res%C3%ADduos\\_Industriais.pdf](http://cdn.jornaldenegocios.pt/files/2015-10/30-10-2015_09_34_03_Estudo_de_Inventaria%C3%A7%C3%A3o_de_Res%C3%ADduos_Industriais.pdf), Setembro 2017 ]

IRP, 2017. *Assessing global resource use: A systems approach to resource efficiency and pollution reduction*. A report of the International Resource Panel (IRP), United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya. [<http://www.resourcepanel.org/file/904/download?token=Yvoil2o6>, Fevereiro 2018]

IRP, 2018. *The Weight of Cities: Resource Requirements of Future Urbanization*. Report by the International Resource Panel (IRP), United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya.

[<https://europa.eu/capacity4dev/file/68477/download?token=Ac6C4ZVK>, Fevereiro 2018]

Jamieson, M., 2014. *A \$3 billion opportunity: energy management in retail operations*, Schneider Electric White Paper.

Kalmykova, Y., Rosado, L., Patricio, J., 2016. *Resource consumption drivers and pathways to reduction: economy, policy and lifestyle impact on material flows at the national and urban scale*. *Journal of Cleaner Production*, 132: 70-80.

- Katseli, L., 2016. *Policies, Suitable Financial Instruments and Effective Governance Structures for European SMEs: Shaping a Market for the Missing Middle*. [<http://www.progressiveeconomy.eu/sites/default/files/LTK%20Working%20Draft%20Progressive%20Econ%20SMEs%201-12-16.pdf>, Fevereiro, 2018]
- Kennedy, C., Cuddihy, J., Engel-Yan, J., 2007. The changing metabolism of cities. *Journal of Industrial Ecology*, 11(2): 43–59.
- Kennedy, C., Pincetl, S., Bunje, P., 2011. The study of urban metabolism and its applications to urban planning and design. *Environmental Pollution*, 159 (8-9): 1965-1973.
- Lei Constitucional n.º 1/2005. *Diário da República* n.º 155/2005, Série I-A de 2005-08-12: 4642-4686. [<http://dre.pt/application/conteudo/243729>, Setembro 2017]
- Lindfors, L-G., Christiansen, K., Hoffmann, L., Virtanen, Y., Juntilla, V., Hanssen, O., Rønning, A., Ekval, T., Finnveden, G., 1995. *Nordic Guidelines on Life-Cycle Assessment, Nord 1995:20*, Copenhagen: Nordic Council of Ministers.
- Lederer, J., Kral, U., 2015. Theodor Weyl - A Pioneer of Urban Metabolism Studies, *Journal of Industrial Ecology*, 19(5): 695-702.
- Lisboa E-Nova, 2007. *Matriz dos Materiais de Lisboa*. Lisboa E-Nova, Agência Municipal de Energia e Ambiente. [[http://lisboaenova.org/images/stories/Publicacoes\\_LEN/Matriz%20dos%20Materiais/Matriz\\_Materiais\\_FINAL.pdf](http://lisboaenova.org/images/stories/Publicacoes_LEN/Matriz%20dos%20Materiais/Matriz_Materiais_FINAL.pdf), Novembro 2016]
- Lourtie, P., 2011. Portugal no contexto da crise do euro, *Relações Internacionais*, 32: 61-105.
- Louro, G., Monteiro, M., Constantino, L., Rego, F., 2014. The Portuguese Forest Based Chains: Sector Analyses. *In Forest Context and Policies in Portugal. Present and future challenges*, World Forests, 19, Springer International Publishing.
- MADRP, 2005. *Biomassa e Energias Renováveis na Agricultura, Pescas e Florestas*. Ponto da situação, Junho de 2005. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. [[http://energiasrenovaveis.com/images/upload/RELATORIO\\_BIOMASSA.pdf](http://energiasrenovaveis.com/images/upload/RELATORIO_BIOMASSA.pdf), Fevereiro, 2018]
- Martinho, G., Pires, A., Ramos, M., Gomes, A., Santos, P., 2015. *Construction and Demolition Waste Management in Portugal, V2 - September 2015*. [[http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/deliverables/CDW\\_Portugal\\_Final.pdf](http://ec.europa.eu/environment/waste/studies/deliverables/CDW_Portugal_Final.pdf), Setembro 2017]
- Mateus, A., 2014. *Estudo Estratégico e de Inovação do Setor das Indústrias Gráficas e de Transformação de Papel. Relatório Final*. [<http://www.apigraf.pt/sii/wp-content/uploads/2014/11/relatorio2014.pdf>, Fevereiro 2018].

- Matthews, E., Bringezu, S., Fischer-Kowalski, M., Huetler, W., Kleijn, R., Moriguchi, Y., Ottke, C., Rodenburg, E., Rogich, D., Schandl, H., Schuetz, H., van der Voet, E., e H. Weisz., 2000. *The weight of nations. Material outflows from industrial economies*. Washington: WRI, World Resources Institute. [[http://pdf.wri.org/weight\\_of\\_nations.pdf](http://pdf.wri.org/weight_of_nations.pdf), Novembro 2016]
- Mendes, A., 2004. *The Portuguese Forests - Country level report delivered to the EFFE Project - Evaluating Financing of Forestry in Europe*, Universidade Católica Portuguesa
- Melo, A., Gonçalves, A., Martins I., 2011. Construction and Demolition Waste generation and management in Lisbon (Portugal). *Resources, Conservation and Recycling*, 55 (12): 1252-1264.
- Miller, K., Othmer, A., 1994. Restaurants—Opportunities for Energy Efficiency. In *Proceedings of the 1994 ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings*: 167-174. [[https://aceee.org/files/proceedings/1994/data/papers/SS94\\_Panel5\\_Paper17.pdf](https://aceee.org/files/proceedings/1994/data/papers/SS94_Panel5_Paper17.pdf), Fevereiro, 2018]
- Musango, J.K., Currie, P., Robinson, B., 2017. *Urban metabolism for resource efficient cities: from theory to implementation*, Paris: UN Environment. [<https://resourceefficientcities.org/wp-content/uploads/2017/09/Urban-Metabolism-for-Resource-Efficient-Cities.pdf>, Fevereiro 2018]
- Newcombe, K., Kalma, J., Aston, A., 1978. The metabolism of a city: the case of Hong Kong. *Ambio*, 7 (1): 3-15.
- Newell, J., Cousins, J., 2015. The boundaries of urban metabolism: towards a political-industrial ecology, *Progress in Human Geography*, vol. 39 (6): 702–728.
- Newman, P., Birrel, B., Holmes, D., Mathers, D., Newton, P., O'Connor, A., Walker, B., Spessa, A., Tait, D., 1996. Human settlements, In: *Australian State of the Environment 1996 Report*, Department of Environment, Sport and Territories, Canberra.
- Niza, S., 2007. *Uma avaliação do metabolismo da economia Portuguesa através da contabilização dos fluxos de materiais*. Tese de doutoramento da Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, Portugal.
- Niza, S., Rosado, L., Ferrão, P., 2009. Urban metabolism: methodological advances in urban material flow accounting based on the Lisbon case study. *Journal of Industrial Ecology*, 13(3): 384-405.
- Niza, S., Ferreira, D., Mourão, J., D'Almeida, P., Marat-Mendes, T., 2016. Lisbon's womb: an approach to the city metabolism in the turn to the 20th century, *Regional Environmental Change*, 16(6): 1725–1737.
- Niza, S., 2017. O sistema alimentar no contexto do metabolismo urbano da Área Metropolitana de Lisboa. In: R. Oliveira, S. Amâncio, L. Fadigas (Eds.), *Alfaces na avenida. Estratégias para (bem) alimentar a cidade*. 1.ª Edição. Lisboa: Universidade de Lisboa, Colégio Food, Farming and Forestry: 42-47. [[http://www.colegiof3.ulisboa.pt/docs/Alfaces\\_na\\_avenida-Estrategias\\_para\\_bem\\_alimentar\\_a\\_cidade-ColegioF3\\_2017.pdf](http://www.colegiof3.ulisboa.pt/docs/Alfaces_na_avenida-Estrategias_para_bem_alimentar_a_cidade-ColegioF3_2017.pdf), Fevereiro 2018]

Obernosterer, R., P. Brunner, H. Daxbeck, T. Gagan, E. Glenck, C. Hendriks, L. Morf, R. Paumann, Reiner, I., 1998. *Materials accounting as a tool for decision making in environmental policy: MACTEmPo case study report. Urban metabolism, the city of Vienna*. Vienna, Austria: Institute for Water Quality and Waste Management, Technical University of Vienna.

Odum, H.T., 1972. An energy circuit language for ecological and social systems: Its physical bases. In: *Systems Analysis and Simulation in Ecology*, Vol. II. Academic Press, New York.

Odum, H., 1975. *Ecology: The Link Between the Natural and Social Sciences* (2nd Edition). Holt-Saunders, New York.

OXIRM, 2014. *Retail & wholesale: key sectors for the European economy. Understanding the role of retailing and wholesaling within the European Union*. Oxford Institute of Retail Management.

[[https://www.eurocommerce.eu/media/87967/eurocommerce\\_study\\_v2\\_hd.pdf](https://www.eurocommerce.eu/media/87967/eurocommerce_study_v2_hd.pdf), Fevereiro, 2018]

Patrício, J., Kalmykova, Y., Rosado, L., 2015. Data accuracy and its impact on material flow indicators accounting at different spatial levels. *Journal of Industrial Ecology*, 9 (5), 837-852.

PAEC: *Plano de Ação para a Economia Circular*. Resolução do Conselho de Ministros n.º 190-A/2017. Diário da República n.º 236/2017, 2º Suplemento, Série I de 2017-12-11: 6584-(54) a 6584-(73).

PDR 2020: *Programa de Desenvolvimento Rural de Portugal do Continente para 2014 - 2020*. Decisão C (2014) 9896 de 12 de dezembro de 2014.

[[https://www.portugal2020.pt/Portal2020/Media/Default/Docs/Programas%20Operacionais/VERSOES%20CONSULTA/PDR%202020\\_integral.pdf](https://www.portugal2020.pt/Portal2020/Media/Default/Docs/Programas%20Operacionais/VERSOES%20CONSULTA/PDR%202020_integral.pdf), Fevereiro, 2017]

PENSAAR 2020. *Uma estratégia ao serviço da população: serviços de qualidade a um preço sustentável*. Volume 2. Versão Final. Abril 2015.

[[https://www.apambiente.pt/\\_zdata/Politicass/Agua/PlaneamentoeGestao/PENSAAR2020/PENSAAR2020\\_Relatorio\\_Vol2.pdf](https://www.apambiente.pt/_zdata/Politicass/Agua/PlaneamentoeGestao/PENSAAR2020/PENSAAR2020_Relatorio_Vol2.pdf), Fevereiro 2017]

PESGRI (1999), *Plano Estratégico de Gestão de Resíduos Industriais*, Ministério do Ambiente, Decreto-Lei n.º 516/99, Diário da República n.º 280/1999, Série I-A de 1999-12-02: 8515 - 8571.

PESGRI (2001). *Plano Estratégico de Gestão de Resíduos Industriais*, Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território, Decreto-Lei nº 89/2002, Diário da República n.º 83/2002, Série I-A de 2002-04-09: 3350-3382.

Pina, A., Ferrão, P., Ferreira, D., Santos, L., Monit, M., Rodrigues, J. & Niza, S., 2016. The physical structure of urban economies – Comparative assessment. *Technology Forecasting & Social Change*, Volume 113 (B): 220-229.

---

PNGR (2014-2020). *Plano Nacional de Gestão de Resíduos para o horizonte 2014-2020*, Resolução do Conselho de Ministros n.º 11-C/2015, Diário da República n.º 52/2015, 2º Suplemento, Série I de 2015-03-16: 1610-(8) a 1610-(48).

PNPOT (2018). *Programa Nacional da Política do Ordenamento do Território (PNPOT) – Alteração: Estratégia e Modelo Territorial – Versão para discussão pública*, Direção-Geral do Território. Abril de 2018. [<http://participa.pt/downloadp.jsp?pFile=335536>, Maio 2018]

Portugal 2020 - *Acordo de Parceria 2014-2020*. Julho de 2014.

[[https://www.portugal2020.pt/Portal2020/Media/Default/Docs/1.%20AP\\_Portugal%202020\\_28julho.pdf](https://www.portugal2020.pt/Portal2020/Media/Default/Docs/1.%20AP_Portugal%202020_28julho.pdf), Fevereiro 2017]

PO SEUR, 2014. *Programa Operacional da Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Recursos* [[https://poseur.portugal2020.pt/media/40400/programme\\_2014pt16cfop001\\_4\\_0\\_pt.pdf](https://poseur.portugal2020.pt/media/40400/programme_2014pt16cfop001_4_0_pt.pdf), Fevereiro, 2017]

MARE 2000-2006. *Programa Operacional Pesca*. Aprovado pela Comissão em 1 de Agosto de 2000. União Europeia.

PROMAR 2007-2013. *Programa Operacional Pescas*. Outubro 2012.

[[https://ec.europa.eu/fisheries/sites/fisheries/files/docs/body/portugal\\_pt.pdf](https://ec.europa.eu/fisheries/sites/fisheries/files/docs/body/portugal_pt.pdf), Fevereiro 2017]

Renooy, P., Ivarsson, S., van der Wusten-Gritsai, O. and E. Meijer, 2004. *Undeclared Work in an Enlarged Union: An Analysis Of Undeclared Work: An In-Depth Study Of Specific Items European Commission*, Brussels. [<http://ec.europa.eu/social/BlobServlet?docId=2652&langId=en>, Fevereiro, 2018]

Ruivo, J., Veiga, J., 2004. *Resíduos de construção e demolição: estratégia para um modelo de gestão*. Trabalho Final de Curso em Engenharia do Ambiente, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa. *Citado em Melo et al. (2011)*.

Rosado, L., 2012. *A standard model for urban metabolism. Accounting material flows in metropolitan areas*. Ph.D. thesis, Technical University of Lisbon, Lisbon, Portugal.

Rosado, L., Niza, S., Ferrão, P., 2014. A material flow accounting case study of the Lisbon metropolitan area using the urban metabolism analyst model. *Journal of Industrial Ecology*, 18(1): 84-101.

Rosado, L., Kalmykova, Y., Patrício, J., 2016, Urban metabolism profiles. An empirical analysis of the material flow characteristics of three metropolitan areas in Sweden, *Journal of Cleaner Production*, 126: 206-217.

- 
- Saldivar-Sali, A., 2010. *A Global Typology of Cities Classification Tree Analysis of Urban Resource Consumption*. Master's Thesis, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge.  
[<https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/61558/703176930-MIT.pdf?sequence=2>, Fevereiro 2018]
- Symonds, Group Ltd, 1999. *Construction and demolition waste management practices and their economic impact*. Report to DGXI, European Commission.
- Turismo de Portugal, 2011. *Relatório de Sustentabilidade, Atuar para o desenvolvimento sustentável. Portugal*. [[http://travelbi.turismodeportugal.pt/pt-pt/Documents/Sustentabilidade/Sustentabilidade\\_2011.pdf](http://travelbi.turismodeportugal.pt/pt-pt/Documents/Sustentabilidade/Sustentabilidade_2011.pdf), Fevereiro 2018]
- UN, 2015. *Resolution 70/1 Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development, adopted at the seventieth session, 25 September 2015, General Assembly of the United Nations (21 October 2015)*.  
[[http://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A\\_RES\\_70\\_1\\_E.pdf](http://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_RES_70_1_E.pdf), Fevereiro 2018]
- UNECE, 2003. *Glossary for Transport Statistics. Documente prepared by the Intersecretariat, Working Group on Transport Statistics. Third Edition*. – Eurostat, European Conference of Ministers of Transport, Luxembourg. United Nations Economic Commission for Europe.  
[<http://ec.europa.eu/eurostat/documents/3859598/5885021/KS-BI-03-002-EN.PDF/475a08e8-cbdf-4fe4-b4eb-4e7f9bff9e2c>, Novembro 2016]
- Wassenaar, T., 2015. Reconsidering Industrial Metabolism From Analogy to Denoting Actuality, *Journal of Industrial Ecology*, 19 (5): 715-727.
- Wackernagel, M., Rees W., 1996. *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*. Gabriola Island, Canada: New Society Publishers.
- Wolman, A., 1965. The metabolism of cities. *Scientific American* 213(3): 179-190.
- Zhang, Y., Liu, H., Li, Y.T., Yang, Z.F., Li, S.S., Yang, N.J., 2012. Ecological network analysis of China's societal metabolism. *Journal of Environmental Management*, 93(1): 254-263.
- Zucchetto, J., 1975. Energy, economic theory and mathematical models for combining the systems of man and nature. Case study, the urban region of Miami. *Ecological Modelling* 1 (4): 241-268.



## 8. ANEXOS

Anexo 1 – DMC, toneladas *per capita*, por tipo de material em Portugal, 1999-2015.

Tipo de Material	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Combustíveis fósseis</b>	2,95	2,82	2,74	2,91	2,66	2,80	3,03	2,87	2,71	2,60	2,57	2,23	2,23	2,35	2,14	2,12	2,50
FF1 - Combustíveis líquidos e gasosos	1,74	1,68	1,54	1,76	1,51	1,60	1,77	1,63	1,52	1,49	1,47	1,23	1,25	1,32	1,16	1,14	1,37
FF2 - Carvão	0,35	0,32	0,34	0,32	0,32	0,34	0,37	0,36	0,34	0,31	0,30	0,27	0,27	0,28	0,27	0,26	0,31
FF3 - Lubrificantes e óleos e solventes	0,41	0,39	0,41	0,39	0,39	0,41	0,43	0,41	0,39	0,37	0,37	0,32	0,32	0,33	0,31	0,32	0,36
FF4 - Plásticos e borrachas	0,46	0,43	0,45	0,44	0,44	0,46	0,45	0,47	0,46	0,43	0,42	0,41	0,39	0,42	0,40	0,40	0,46
<b>Minérios Metálicos</b>	1,94	1,59	1,64	1,50	1,47	1,70	1,54	1,50	1,74	1,64	1,43	1,33	1,30	1,28	1,32	1,35	1,48
MM1 - Ferro, metais de liga de aço e metais ferrosos	0,51	0,51	0,49	0,48	0,45	0,48	0,44	0,53	0,55	0,48	0,39	0,41	0,35	0,36	0,37	0,41	0,45
MM2 - Metais leves	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
MM3 - Metais pesados não-ferrosos	1,40	1,05	1,12	0,98	0,98	1,18	1,07	0,94	1,16	1,12	1,01	0,89	0,93	0,89	0,92	0,92	1,00
MM4 - Metais especiais	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MM5 - Combustíveis nucleares	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MM6 - Metais preciosos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Minerais não-metálicos</b>	11,27	11,85	12,89	12,21	10,30	11,25	11,30	13,31	13,86	15,11	12,91	11,71	10,63	9,40	7,47	7,63	7,86
NM1 - Areia	0,78	0,82	0,95	0,90	0,74	0,83	0,85	1,30	1,93	2,01	1,63	1,42	1,21	1,16	1,10	1,24	1,31
NM2 - Cimento	2,61	2,65	2,59	2,60	2,29	2,34	2,31	2,00	2,10	2,68	2,16	1,92	1,98	1,81	1,62	1,64	1,38
NM3 - Argila	0,56	0,61	0,43	0,46	0,42	0,41	0,41	0,47	0,54	0,62	0,44	0,47	0,44	0,38	0,30	0,43	0,45
NM4 - Pedra	7,15	7,59	8,73	8,05	6,67	7,46	7,52	9,35	9,07	9,61	8,50	7,75	6,85	5,92	4,33	4,22	4,61
NM5 - Outros (fibras, sal, partes inorgânicas dos animais)	0,17	0,18	0,19	0,20	0,18	0,21	0,21	0,19	0,21	0,19	0,17	0,14	0,15	0,13	0,12	0,10	0,11

(continua)

**Anexo 1 – DMC, toneladas *per capita*, por tipo de material em Portugal, 1999-2015 (continuação).**

Tipo de Material	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Biomassa</b>	<b>3,50</b>	<b>3,53</b>	<b>3,33</b>	<b>3,28</b>	<b>3,12</b>	<b>3,35</b>	<b>3,14</b>	<b>3,11</b>	<b>3,24</b>	<b>3,19</b>	<b>3,16</b>	<b>3,30</b>	<b>3,29</b>	<b>3,19</b>	<b>3,30</b>	<b>3,38</b>	<b>3,33</b>
BM1 - Biomassa agrícola	1,91	1,78	1,80	1,79	1,63	1,72	1,59	1,61	1,62	1,67	1,65	1,65	1,64	1,58	1,68	1,73	1,68
BM2 - Biomassa animal	0,14	0,13	0,13	0,12	0,12	0,13	0,15	0,12	0,13	0,12	0,13	0,14	0,14	0,14	0,14	0,15	0,14
BM3 - Biomassa têxtil	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
BM4 - Óleos e gorduras	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
BM5 - Açúcares	0,10	0,09	0,07	0,10	0,08	0,10	0,09	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03
BM6 - Madeira	1,19	1,35	1,13	1,07	1,10	1,22	1,12	1,12	1,21	1,14	1,13	1,23	1,23	1,21	1,22	1,24	1,23
BM7 - Papel e cartão	0,08	0,09	0,10	0,10	0,09	0,10	0,09	0,10	0,12	0,12	0,11	0,13	0,13	0,11	0,11	0,12	0,13
BM8 - Biomassa não especificada	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
<b>Químicos e fertilizantes</b>	<b>0,16</b>	<b>0,16</b>	<b>0,17</b>	<b>0,19</b>	<b>0,18</b>	<b>0,18</b>	<b>0,17</b>	<b>0,19</b>	<b>0,21</b>	<b>0,21</b>	<b>0,21</b>	<b>0,23</b>	<b>0,22</b>	<b>0,22</b>	<b>0,23</b>	<b>0,23</b>	<b>0,27</b>
CF1 - Álcoois	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
CF2 - Produtos químicos e farmacêuticos	0,10	0,10	0,11	0,12	0,12	0,11	0,11	0,12	0,12	0,11	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	0,14	0,14
CF3 - Fertilizantes e pesticidas	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,11
Outros	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05	0,05
O1 - Não especificado	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04
O2 - Líquidos	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
<b>TOTAL</b>	<b>19,87</b>	<b>19,99</b>	<b>20,83</b>	<b>20,13</b>	<b>17,77</b>	<b>19,33</b>	<b>19,23</b>	<b>21,02</b>	<b>21,80</b>	<b>22,80</b>	<b>20,33</b>	<b>18,84</b>	<b>17,73</b>	<b>16,48</b>	<b>14,50</b>	<b>14,77</b>	<b>15,48</b>

**Anexo 2 – DMC, toneladas *per capita*, por tipo de material na AML, 1999-2015.**

Tipo de Material	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Combustíveis fósseis</b>	<b>1,62</b>	<b>1,82</b>	<b>1,11</b>	<b>1,22</b>	<b>1,44</b>	<b>1,63</b>	<b>1,77</b>	<b>1,51</b>	<b>1,67</b>	<b>1,55</b>	<b>1,41</b>	<b>1,22</b>	<b>1,17</b>	<b>1,00</b>	<b>0,79</b>	<b>0,89</b>	<b>1,00</b>
FF1 - Combustíveis Líquidos e gasosos	1,06	1,25	0,71	0,85	0,90	0,97	1,11	0,89	0,88	0,80	0,79	0,63	0,62	0,57	0,42	0,44	0,51
FF2 - Carvão	0,15	0,20	0,09	0,09	0,17	0,15	0,19	0,14	0,14	0,17	0,17	0,14	0,12	0,11	0,08	0,08	0,08
FF3 - Lubrificantes e óleos e solventes	0,21	0,16	0,10	0,10	0,18	0,30	0,25	0,27	0,41	0,33	0,24	0,27	0,27	0,16	0,17	0,22	0,24
FF4 - Plásticos e borrachas	0,20	0,21	0,20	0,19	0,19	0,21	0,22	0,21	0,24	0,26	0,21	0,18	0,15	0,15	0,11	0,15	0,16
<b>Minérios Metálicos</b>	<b>1,19</b>	<b>1,17</b>	<b>0,79</b>	<b>0,80</b>	<b>0,85</b>	<b>1,07</b>	<b>1,07</b>	<b>1,10</b>	<b>1,33</b>	<b>1,03</b>	<b>1,01</b>	<b>0,67</b>	<b>0,73</b>	<b>0,60</b>	<b>0,56</b>	<b>0,66</b>	<b>0,75</b>
MM1 - Ferro, metais de liga de aço e metais ferrosos	0,74	0,84	0,49	0,59	0,66	0,83	0,81	0,83	1,02	0,74	0,73	0,52	0,56	0,46	0,42	0,50	0,58
MM2 - Metais leves	0,05	0,06	0,06	0,07	0,05	0,07	0,07	0,07	0,09	0,06	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04
MM3 - Metais pesados não-ferrosos	0,38	0,27	0,25	0,14	0,14	0,17	0,19	0,19	0,21	0,22	0,22	0,11	0,12	0,10	0,11	0,11	0,13
MM4 - Metais especiais	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MM5 - Combustíveis nucleares	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MM6 - Metais preciosos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Minerais não-metálicos</b>	<b>4,74</b>	<b>5,61</b>	<b>6,17</b>	<b>5,31</b>	<b>4,03</b>	<b>6,24</b>	<b>5,13</b>	<b>5,16</b>	<b>5,89</b>	<b>5,47</b>	<b>5,00</b>	<b>3,52</b>	<b>3,34</b>	<b>2,70</b>	<b>2,01</b>	<b>2,09</b>	<b>2,36</b>
NM1 - Areia	0,38	0,42	0,54	0,41	0,29	0,48	0,39	0,46	0,67	0,63	0,55	0,40	0,35	0,30	0,25	0,28	0,31
NM2 - Cimento	1,75	2,06	1,48	1,66	1,54	1,85	1,61	1,37	1,55	1,55	1,35	0,98	1,00	0,86	0,67	0,69	0,74
NM3 - Argila	0,13	0,11	0,10	0,11	0,12	0,22	0,18	0,18	0,18	0,13	0,12	0,08	0,08	0,05	0,05	0,05	0,06
NM4 - Pedra	2,41	2,90	3,97	3,06	1,99	3,57	2,82	3,03	3,36	3,06	2,90	2,00	1,86	1,44	1,01	1,03	1,20
NM5 - Outros (fibras, sal, partes inorgânicas dos animais)	0,08	0,12	0,08	0,07	0,10	0,13	0,12	0,13	0,13	0,09	0,08	0,06	0,06	0,05	0,04	0,04	0,05

(continua)

**Anexo 2 – DMC, toneladas *per capita*, por tipo de material na AML, 1999-2015 (continuação).**

Tipo de Material	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Biomassa	2,37	2,45	2,13	2,18	2,20	2,65	2,73	2,66	3,16	3,04	2,79	2,45	2,41	2,32	1,85	2,09	2,26
BM1 - Biomassa agrícola	1,19	1,27	1,14	1,22	1,30	1,42	1,58	1,49	1,85	1,84	1,61	1,48	1,42	1,40	1,08	1,17	1,26
BM2 - Biomassa animal	0,18	0,13	0,12	0,16	0,11	0,17	0,17	0,18	0,22	0,20	0,19	0,17	0,16	0,17	0,12	0,13	0,14
BM3 - Biomassa têxtil	0,05	0,05	0,06	0,06	0,05	0,06	0,08	0,07	0,08	0,04	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05
BM4 - Óleos e gorduras	0,18	0,13	0,15	0,14	0,12	0,12	0,14	0,18	0,17	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,06	0,07	0,07
BM5 - Açúcares	0,08	0,10	0,07	0,08	0,08	0,10	0,09	0,09	0,11	0,11	0,10	0,09	0,09	0,09	0,07	0,07	0,07
BM6 - Madeira	0,54	0,60	0,42	0,35	0,38	0,61	0,50	0,49	0,55	0,34	0,40	0,31	0,35	0,30	0,23	0,24	0,27
BM7 - Papel e cartão	0,14	0,17	0,18	0,17	0,15	0,16	0,16	0,14	0,18	0,39	0,33	0,29	0,27	0,25	0,26	0,37	0,40
BM8 - Biomassa não especificada	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Químicos e fertilizantes	0,31	0,37	0,28	0,26	0,29	0,29	0,30	0,26	0,29	0,30	0,29	0,29	0,27	0,27	0,21	0,26	0,28
CF1 - Álcoois	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
CF2 - Produtos químicos e farmacêuticos	0,25	0,26	0,23	0,21	0,20	0,20	0,21	0,19	0,20	0,21	0,21	0,20	0,19	0,19	0,15	0,18	0,20
CF3 - Fertilizantes e pesticidas	0,06	0,10	0,05	0,04	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,08	0,07	0,08	0,07	0,07	0,05	0,07	0,07
Outros	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,12	0,12	0,13	0,15	0,15	0,15	0,12	0,11	0,12	0,09	0,09	0,11
O1 - Não especificado	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04
O2 - Líquidos	0,06	0,04	0,04	0,04	0,05	0,07	0,08	0,09	0,11	0,11	0,10	0,08	0,08	0,09	0,06	0,06	0,07
<b>TOTAL</b>	<b>10,34</b>	<b>11,53</b>	<b>10,57</b>	<b>9,87</b>	<b>8,91</b>	<b>11,99</b>	<b>11,13</b>	<b>10,82</b>	<b>12,48</b>	<b>11,54</b>	<b>10,65</b>	<b>8,29</b>	<b>8,03</b>	<b>7,02</b>	<b>5,50</b>	<b>6,08</b>	<b>6,76</b>

**Anexo 3 – DMC, toneladas *per capita*, por tipo de material no Município de Lisboa, 1999-2015.**

Tipo de Material	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Combustíveis fósseis</b>	1,51	1,67	1,02	1,09	1,26	1,46	1,52	1,27	1,53	1,38	1,28	1,20	1,25	1,05	0,69	0,70	0,81
FF1 - Combustíveis Líquidos e gasosos	0,93	1,04	0,62	0,70	0,72	0,80	0,88	0,71	0,81	0,74	0,77	0,66	0,73	0,70	0,41	0,40	0,50
FF2 - Carvão	0,15	0,21	0,09	0,09	0,16	0,14	0,18	0,12	0,12	0,13	0,14	0,13	0,12	0,10	0,06	0,05	0,05
FF3 - Lubrificantes e óleos e solventes	0,22	0,18	0,10	0,10	0,18	0,29	0,24	0,25	0,37	0,29	0,21	0,27	0,28	0,15	0,14	0,16	0,17
FF4 - Plásticos e borrachas	0,21	0,24	0,20	0,20	0,19	0,22	0,22	0,21	0,23	0,22	0,16	0,14	0,13	0,10	0,07	0,08	0,09
<b>Minérios Metálicos</b>	1,31	1,24	0,81	0,72	0,79	0,98	1,03	1,04	1,22	0,80	0,75	0,54	0,65	0,50	0,43	0,50	0,57
MM1 - Ferro, metais de liga de aço e metais ferrosos	0,77	0,85	0,46	0,56	0,63	0,78	0,80	0,80	0,98	0,73	0,70	0,50	0,61	0,47	0,41	0,47	0,53
MM2 - Metais leves	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
MM3 - Metais pesados não-ferrosos	0,50	0,36	0,32	0,12	0,13	0,16	0,19	0,20	0,20	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
MM4 - Metais especiais	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MM5 - Combustíveis nucleares	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MM6 - Metais preciosos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Minerais não-metálicos</b>	3,50	4,31	5,12	4,21	2,70	4,49	3,53	3,62	4,12	3,62	3,27	2,62	2,79	2,30	1,27	1,25	1,41
NM1 - Areia	0,38	0,45	0,57	0,45	0,29	0,49	0,38	0,45	0,64	0,59	0,49	0,40	0,48	0,49	0,22	0,25	0,31
NM2 - Cimento	0,53	0,60	0,38	0,43	0,35	0,43	0,36	0,33	0,35	0,29	0,21	0,17	0,18	0,23	0,18	0,20	0,20
NM3 - Argila	0,15	0,14	0,11	0,12	0,12	0,19	0,16	0,15	0,14	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06	0,04	0,05	0,05
NM4 - Pedra	2,39	3,02	3,99	3,15	1,86	3,30	2,54	2,61	2,90	2,58	2,43	1,93	2,01	1,49	0,81	0,73	0,82
NM5 - Outros (fibras, sal, partes inorgânicas dos animais)	0,05	0,10	0,06	0,06	0,08	0,09	0,09	0,08	0,09	0,05	0,05	0,03	0,05	0,03	0,02	0,03	0,03

(continua)

**Anexo 3 – DMC, toneladas *per capita*, por tipo de material no Município de Lisboa, 1999-2015 (continuação).**

Tipo de Material	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Biomassa	2,37	2,54	2,14	2,29	2,27	2,50	2,61	2,39	2,94	3,00	2,68	2,42	2,47	2,32	1,79	1,96	2,10
BM1 - Biomassa agrícola	1,39	1,52	1,28	1,40	1,49	1,56	1,71	1,54	1,91	1,86	1,64	1,56	1,58	1,51	1,11	1,11	1,18
BM2 - Biomassa animal	0,21	0,15	0,14	0,18	0,13	0,18	0,19	0,19	0,23	0,22	0,19	0,17	0,16	0,15	0,10	0,10	0,11
BM3 - Biomassa têxtil	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,09	0,08	0,09	0,06	0,06	0,03	0,04	0,03	0,02	0,04	0,04
BM4 - Óleos e gorduras	0,21	0,16	0,17	0,16	0,13	0,12	0,15	0,18	0,16	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,06	0,06	0,06
BM5 - Açúcares	0,10	0,14	0,09	0,10	0,11	0,12	0,11	0,09	0,12	0,12	0,12	0,10	0,11	0,11	0,08	0,08	0,08
BM6 - Madeira	0,25	0,32	0,22	0,20	0,19	0,27	0,20	0,18	0,26	0,14	0,18	0,12	0,15	0,11	0,06	0,07	0,07
BM7 - Papel e cartão	0,14	0,18	0,17	0,16	0,14	0,15	0,14	0,12	0,16	0,49	0,40	0,33	0,34	0,32	0,35	0,51	0,56
BM8 - Biomassa não especificada	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Químicos e fertilizantes	0,25	0,30	0,22	0,21	0,22	0,21	0,22	0,18	0,20	0,20	0,19	0,21	0,20	0,19	0,13	0,15	0,15
CF1 - Álcoois	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
CF2 - Produtos químicos e farmacêuticos	0,19	0,21	0,18	0,17	0,15	0,15	0,15	0,13	0,14	0,14	0,14	0,15	0,14	0,13	0,10	0,11	0,11
CF3 - Fertilizantes e pesticidas	0,05	0,08	0,04	0,03	0,06	0,06	0,06	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,03	0,03	0,04
Outros	0,15	0,15	0,13	0,14	0,13	0,16	0,17	0,17	0,20	0,20	0,18	0,18	0,15	0,15	0,12	0,13	0,15
O1 - Não especificado	0,07	0,09	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,07	0,09	0,05	0,05	0,05	0,06	0,07
O2 - Líquidos	0,08	0,06	0,06	0,06	0,06	0,09	0,09	0,10	0,12	0,12	0,11	0,09	0,09	0,10	0,07	0,07	0,08
<b>TOTAL</b>	<b>9,09</b>	<b>10,21</b>	<b>9,45</b>	<b>8,66</b>	<b>7,36</b>	<b>9,80</b>	<b>9,08</b>	<b>8,67</b>	<b>10,22</b>	<b>9,20</b>	<b>8,35</b>	<b>7,17</b>	<b>7,51</b>	<b>6,50</b>	<b>4,44</b>	<b>4,70</b>	<b>5,20</b>