

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA GEOGRÁFICA, GEOFÍSICA E ENERGIA



Elaboração de um Barómetro da
Eficiência Energética da Universidade de Lisboa

Gheorghe Dunca

Mestrado Integrado em Engenharia da Energia e do Ambiente

2014

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA GEOGRÁFICA, GEOFÍSICA E ENERGIA



Elaboração de um Barómetro da
Eficiência Energética da Universidade de Lisboa

Gheorghe Dunca

Dissertação de Mestrado em Engenharia da Energia e do Ambiente

Trabalho realizado sob a supervisão de

Miguel Centeno Brito (FCUL)

2014

Agradecimentos

Ao Professor Miguel Brito pela orientação e disponibilidade para discutir métodos e ideias, fundamentais no desenvolvimento deste trabalho, principalmente na fase de arranque. À Márcia Vila e ao André Amaral pela motivação e entusiasmo transmitido em cada reunião e principalmente pelo apoio contínuo no processo de criação do Barómetro.

Sendo esta dissertação um marco da conclusão de um ciclo académico, tenho também que agradecer a todos os professores que contribuíram para o meu crescimento pessoal e profissional e aos colegas e amigos que me acompanharam e tornaram este percurso memorável.

À minha família, pais e irmã, pelo apoio incondicional.

Abstract

In the current energy context and the global need to decouple economic growth from energy consumption, this dissertation focuses on energy efficiency, highlighted by the International Energy Agency as the “first fuel”.

Universities have always had in the society the role of setting an example of best practice. As such, this dissertation explores the energy efficiency development potential in the university context, particularly at the University of Lisbon, through the creation of a barometer of monitoring and evaluation of energy efficiency for the University. In the first stage a literature survey on existing barometers of energy efficiency and a survey on the University features was made. Then a set of energy consumption indicators and an evaluation method of energy efficiency were defined. The established method was implemented in a graphical user interface and tested with real data of some Schools of the University of Lisbon.

Keywords: (em Português e Inglês, até 5)

energy efficiency, barometer, University of Lisbon

Resumo

Dentro do contexto energético atual e da necessidade global de desacoplar o crescimento económico do consumo de energia, esta dissertação centra-se na eficiência energética, destacada pela Agência Internacional de Energia como “o combustível mais importante”.

As Universidades sempre tiveram na sociedade o papel de dar o exemplo das melhores práticas. Como tal, esta dissertação explora o potencial de desenvolvimento da eficiência energética no contexto universitário, particularmente na Universidade de Lisboa, através da criação de um barómetro de monitorização e avaliação da eficiência energética destinado às Unidades Orgânicas pertencentes à Universidade. Numa primeira fase fez-se uma pesquisa bibliográfica sobre barómetros de eficiência energética existentes e um levantamento das características das Unidades Orgânicas que constituem a Universidade. Posteriormente definiram-se indicadores de consumo energético e um método de avaliação da eficiência energética. O método definido foi implementado numa interface gráfica para o utilizador e foi testado com dados reais de algumas Escolas da Universidade de Lisboa.

Palavras-chave:

eficiência energética, barómetro, Universidade de Lisboa

Índice de Figuras

Fig. 1 – Concentração do dióxido de carbono na atmosfera nos últimos 1100 anos (MacKay, 2008) ...	2
Fig. 2 – Poupança energética conseguida por 11 países membros da IEA devido à EE em comparação com o consumo final total (TFC) dos principais países e regiões consumidores de energia (IEA, Energy Efficiency Market Report, 2014).....	3
Fig. 3 – Previsão das poupanças a alcançar (ktep) através do PNAEE 2016 (DGEG, 2014)	6
Fig. 4 – Cálculo do Índice ECO.AP (DGEG ADENE, 2013).....	8
Fig. 5 – Sistema de pontuação do STARS (AASHE, 2014).....	9
Fig. 6 – Comparação de gastos com o consumo de energia e água e gasto total (Amaral, 2014).....	11
Fig. 7 – Consumo médio mensal de eletricidade no biénio 2012/2013 na ex-UL.....	12
Fig. 8 – Consumo médio mensal de gás no biénio 2012/2013 na ex-UL.....	12
Fig. 9 – Consumo médio mensal de água no biénio 2012/2013 na ex-UL.....	13
Fig. 10 – Evolução do consumo de eletricidade de seis UO, da ex-UL, no período 2008/2012.....	14
Fig. 11 - Evolução do consumo de gás de seis UO, da ex-UL, no período 2008/2012.....	14
Fig. 12 - Evolução do consumo de água de seis UO, da ex-UL, no período 2009/2012.....	15
Fig. 13 – Interface Gráfica do Barómetro – Identificação da UO	17
Fig. 14 – Desfasamento temporal – Ano civil vs Ano letivo	17
Fig. 15 – Interface Gráfica do Barómetro – Dados Gerais.....	18
Fig. 16 – Interface Gráfica do Barómetro – Definição Baseline.....	19
Fig. 17 – Consumo médio anual de eletricidade no período 2008/2012 de cinco UO (FL, FD, FC, FMD e FPIE) e representação da escala de avaliação da evolução do consumo	24
Fig. 18 – Consumo médio anual de gás no período 2008/2012 de três UO (FC, FD e FPIE) e representação da escala de avaliação da evolução do consumo	24
Fig. 19 - Consumo médio anual de água no período 2009/2012 de três UO (FC, FD e FF) e representação da escala de avaliação da evolução do consumo	24
Fig. 20 – Interface Gráfica do Barómetro – Área Edifício.....	28
Fig. 21- Pontuação atribuída à classificação obtida na certificação energética.....	29
Fig. 22 – Interface Gráfica do Barómetro – Área Energia	30

Fig. 23 – Interface Gráfica do Barómetro – Área Água	32
Fig. 24 – Interface Gráfica do Barómetro – Área Medidas	33
Fig. 25 – Interface Gráfica do Barómetro – Área Materiais.....	35
Fig. 26 – Interface Gráfica do Barómetro – Área Transportes.....	36
Fig. 27 – Resultado obtido no registo dos dados relativos à Faculdade de Medicina Dentária (FMD) do ano 2013	39
Fig. 28 – Sugestão exibida para o registo da FMD, relativamente a 2013	40
Fig. 29 – Esquema representativo da estrutura técnica do Barómetro	41
Fig. 30 – Resultado obtido no Barómetro para a FD no ano 2013	44
Fig. 31 – Resultado obtido no Barómetro para a FL no ano 2013	44
Fig. 32 – Resultado obtido no Barómetro para a FMD no ano 2013	45
Fig. 33 – Resultados da análise de sensibilidade das pontuações à variações da ponderação das categorias	46
Fig. 34 – Resultados da análise de sensibilidade das pontuações à variações das escalas de avaliação da evolução dos consumos.....	48
Fig. 35 – Categorias avaliadas no STARS e respetivas ponderações (AASHE, 2014).....	57
Fig. 36 – Variação mensal do consumo de eletricidade em 2012 e 2013 (Amaral, 2014).....	58
Fig. 37 – Variação mensal do consumo de gás em 2012 e 2013 (Amaral, 2014)	58
Fig. 38 – Variação mensal do consumo de água em 2012 e 2013 (Amaral, 2014).....	58
Fig. 39 – Índices de Eficiência Energética – Edifício C1 da Faculdade de Ciências (ECOCHOICE, Relatório RSECE - FCUL - Edifício C1, 2012).....	60
Fig. 40 – Índices de Eficiência Energética – Edifício C2 da Faculdade de Ciências (ECOCHOICE, Relatório RSECE - FCUL - Edifício C2, 2012).....	60
Fig. 41 – Índices de Eficiência Energética – Edifício C4 da Faculdade de Ciências (ECOCHOICE, Relatório RSECE - FCUL - Edifício C4, 2012).....	61
Fig. 42 – Índices de Eficiência Energética – Edifício da Faculdade de Psicologia e Instituto da Educação (ECOCHOICE, Relatório RSECE - FPIE, 2012).....	61
Fig. 43 – Índices de Eficiência Energética – Edifício do Refeitório I (Cantina Velha) da ULisboa (ECOCHOICE, Relatório RSECE - UL - Edifício da Cantina I, 2013).....	62

Fig. 44 – Resultado da edição piloto do Barómetro ECO.AP para a categoria Energia na Frota (ADENE, 2014).....	63
Fig. 45 – Mix de combustível e tipo de utilização da frota registado na edição piloto do Barómetro ECO.AP (ADENE, 2014).....	63
Fig. 46 – Desvios em relação ao valor médio 1971-2000 do total de precipitação no verão desde 1931 (IPMA, Verão 2014, 2014).....	64
Fig. 47 – Desvios em relação ao valor médio 1971-2000 da temperatura média no inverno desde 1931/32 (IPMA, Inverno 2013-2014, 2014).....	64

Tabelas

Tabela 1- Comparação de Indicadores de EE (GRI, 2013; Comissão Europeia, 2013; DGEG ADENE, 2013; AASHE, 2014)	10
Tabela 2 – Principais resultados obtidos no cálculo do fator CIE médio com base nos dados do Anexo III.....	21
Tabela 3 – Indicadores de referência adotados para a ULisboa	22
Tabela 4 – Metas de redução de consumo.....	22
Tabela 5 – Variabilidade anual e escala de avaliação dos consumos	23
Tabela 6 – Indicadores de Eficiência Energética do Barómetro	25
Tabela 7 – Ponderação das categorias e sub-categorias avaliadas no Barómetro	26
Tabela 8 – Fatores de conversão considerados no Barómetro.....	37
Tabela 9 – Patamares de desempenho energético e escudos representativos	40
Tabela 10 – Principais resultados obtidos no teste do Barómetro.....	43
Tabela 11 – Indicadores criados para as principais categorias avaliadas nos casos de estudo.....	45
Tabela 12 – Variantes de ponderação consideradas na análise de sensibilidade.....	46
Tabela 13 – Escalas de avaliação da evolução dos consumos analisadas	47
Tabela 14 – Variabilidade anual dos consumos de energia e água de seis UO da ULisboa no período 2008/2012. Calculado com base nos dados de consumos obtidos através do livro “ <i>Universidade de Lisboa em Números 2011/2012</i> ” e do relatório “ <i>Consumos de Energia e Água 2012/2013 – Universidade de Lisboa (ex-UL)</i> ”	59
Tabela 15 – Dados utilizados na definição dos valores de referência para os consumos de papel e toners/tinteiros (Reitoria da Universidade de Lisboa, 2013).....	62
Tabela 16 - Distribuição dos pontos pelas categorias do Barómetro	65
Tabela 17 – Teor energético dos combustíveis para transportes (Diário da República, Decreto-Lei n.º 141/2010, 2010)	66
Tabela 18 - Fatores de conversão entre energia útil e energia primária e fatores de sequestro de CO ₂	66
Tabela 19 – Dados referentes ao ano 2013 utilizados no teste do Barómetro (os valores a vermelho foram estimados).....	67

Lista de Acrónimos e Abreviaturas

IEA	International Energy Agency
EE	Eficiência Energética
CO2	Dióxido de carbono
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
UO	Unidade Orgânica
WMO	World Meteorological Organization
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
UN	United Nations
UE	União Europeia
PIB	Produto Interno Bruto
PNAEE	Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética
PNAER	Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis
ECO.AP	Programa de Eficiência Energética na Administração Pública
ADENE	Agência para a Energia
DGEG	Direcção-Geral de Energia e Geologia
STARS	Sustainability Tracking, Assessment & Rating System
AASHE	Association for the Advancement of Sustainability in Higher Education
ETI	Equivalente em Tempo Inteiro
CIE	Consumo Intensivo de Energia
GRI	Global Reporting Initiative
EMAS	European Eco-Management and Audit Scheme
GLER	Gestor Local de Energia e Recursos
N/A	Não Aplicável
N/D	Não Disponível
ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
IEE	Índice de Eficiência Energética
IPMA	Instituto Português do Mar e da Atmosfera
RCCTE	Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios
RSECE	Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios
SCE	Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios
WONE	Water Optimization for Network Efficiency
EPAL	Empresa Portuguesa das Águas Livres

Índices

Agradecimentos.....	iii
Abstract	iv
Keywords: (em Português e Inglês, até 5).....	iv
Resumo.....	v
Palavras-chave:.....	v
Índice de Figuras	vi
Tabelas	ix
Lista de Acrónimos e Abreviaturas	x
Índices	xi
1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Estrutura do trabalho	3
2. Estratégias energéticas	4
2.1 Panorama Internacional.....	4
2.2 Panorama Europeu	4
2.3 Panorama Nacional.....	5
3. Barómetros de Eficiência Energética	7
3.1 Barómetro ECO.AP.....	7
3.1.1 Categorias avaliadas	7
3.1.2 Método.....	7
3.1.3 Pontuação	8
3.2 STARS	8
3.2.1 Conceitos.....	8
3.2.2 Categorias avaliadas	9
3.2.3 Método.....	9
3.2.4 Pontuação	9

4.	Indicadores de Eficiência Energética	10
4.1	Normas internacionais	10
4.1.1	Global Reporting Initiative – GRI.....	10
4.1.2	Sistema Europeu de Ecogestão e Auditoria – EMAS.....	10
4.2	Comparação dos principais indicadores de EE	10
5.	Universidade de Lisboa	11
5.1	Consumo de Energia e Água	11
5.1.1	Eletricidade.....	11
5.1.2	Gás.....	12
5.1.3	Água	12
5.2	Variabilidade anual dos consumos	13
5.2.1	Eletricidade.....	13
5.2.2	Gás.....	14
5.2.3	Água	14
6.	Barómetro de Eficiência Energética da Universidade de Lisboa	16
6.1	Estrutura	16
6.1.1	Identificação da UO.....	16
6.1.2	Dados Gerais	18
6.1.3	Definição da <i>Baseline</i>	18
6.1.4	Recolha de informação	19
6.1.5	Resultado Final.....	20
6.2	Conceitos	20
6.2.1	ETI.....	20
6.2.2	Área CIE.....	20
6.2.3	Área ajustada	21
6.2.4	<i>Baseline</i>	22
6.2.5	Indicadores de referência da ULisboa	22

6.2.6	Metas de redução.....	22
6.2.7	Fatores Climáticos.....	24
6.3	Indicadores de Eficiência Energética	25
6.4	Ponderação das Categorias.....	26
6.5	Método de avaliação.....	27
6.6	Avaliação Categorias.....	27
6.6.1	Edifício	27
6.6.2	Energia.....	30
6.6.3	Água	32
6.6.4	Medidas	33
6.6.5	Materiais.....	34
6.6.6	Transportes	36
6.7	Classificação Final	38
7.	Estrutura Técnica do Barómetro.....	41
8.	Casos de Estudo.....	43
8.1	Comparabilidade dos indicadores.....	45
8.2	Análise de sensibilidade das pontuações.....	46
9.	Trabalhos futuros.....	49
9.1	Recomendações	49
10.	Conclusão	51
11.	Referências Bibliográficas	53
12.	Anexos.....	56
	Anexo I – Estrutura Sistema STARS	56
	Anexo II – Consumos de Energia e Água, ex-UL, 2012/2013.....	58
	Anexo III – Variabilidade dos consumos de energia e água de seis UO, da ULisboa	59
	Anexo IV – Certificados Energéticos – IEE.....	60
	Anexo V – Indicadores de Referência – Papel e Toners/Tinteiros.....	62

Anexo VI – Média de consumo de combustível na frota na Administração Pública	63
Anexo VII – Dados sobre a variabilidade da temperatura e precipitação - IPMA	64
Anexo VIII – Distribuição dos pontos pelas categorias do Barómetro	65
Anexo IX – Teor energético dos combustíveis para transportes	66
Anexo X – Fatores de conversão.....	66
Anexo XI – Dados utilizados nos Casos de Estudo	67

1. Introdução

1.1 Enquadramento

Com a invenção da máquina a vapor em 1698 e as melhorias apresentadas por James Watt em 1769, os processos de produção de mercadorias foram acelerados, substituindo os métodos artesanais por máquinas de produção. A Revolução Industrial tem início no Reino Unido e assiste-se a um progresso económico-tecnológico sem precedentes que em poucas décadas se propaga na Europa Ocidental e os Estados Unidos. Uma das principais utilizações da máquina a vapor foi o bombeamento de água das minas de carvão, permitindo intensificar a exploração das minas de carvão, satisfazendo a crescente procura de energia. À medida que a Revolução Industrial se propagava no mundo, a produção de carvão crescia exponencialmente. Entre 1769 e 2006 a produção de carvão aumentou 800 vezes (Netherlands Environmental Assessment Agency, 2006). A abundância dos combustíveis fósseis tornou a utilização de energia independente do local ou da variabilidade da fonte, permitindo, além das revoluções tecnológicas, o desenvolvimento da ciência da energia e da termodinâmica, o descobrimento das leis fundamentais da natureza e outras descobertas químicas e físicas (Kostic, 2007).

A Revolução Industrial amadureceu no final do século XIX com a invenção de um sistema elétrico comercial viável de geração, transmissão e uso de eletricidade (inicialmente apenas para lâmpadas incandescentes) na década de 1880 por Thomas A. Edison e seus associados (Kostic, 2007). Seguiram-se outras inovações fundamentais como o incentivo do uso da corrente alterna na transmissão por George Westinghouse ou a invenção do motor elétrico por Nikola Tesla em 1888 (Smil, 2004). A eletrificação teve um efeito revolucionário na indústria, libertando as máquinas industriais dos perigosos e ruidosos eixos e correias de transmissão típicas das máquinas alimentadas por motores a vapor, aumentando assim a eficiência de conversão da energia.

O início da era da exploração do petróleo começou na mesma década em que se deu a eletrificação e em que inovações como: o motor de combustão interna a gasolina de Gottlieb Daimler, a ignição elétrica de Karl Benz, o carburador de Wilhelm Maybach e o motor de combustão interna de Rudolf Diesel foram apresentadas. Estavam reunidas as condições para o desenvolvimento do automóvel moderno. No início do século XX o automóvel particular começou a ser popular nos Estados Unidos e no Canadá. Em 1904 os irmãos Wright constroem o seu próprio motor de quatro cilindros que permitiu o voo da primeira máquina mais pesada do que o ar. Em 1944 os aviões de guerra são equipados com motores a jacto e na década de 1950 começa a era dos aviões a jacto comerciais que é revolucionada pela introdução do Boeing 747 em 1969 (Smil, 2004). A forma como a sociedade se deslocava foi profundamente alterada, provocando um crescimento acelerado da procura de petróleo.

Nos anos 50 o petróleo superou o carvão como fonte de energia dominante. O rápido crescimento económico pós-Segunda Guerra Mundial conseguido por alguns países foi feito com base no petróleo, importante no setor dos transportes e da indústria. A crescente procura de petróleo nos países industrializados levou ao consumo massivo dos recursos endógenos e da perda gradual da auto-suficiência energética, aumentando o número dos países importadores de petróleo. Apesar de dependerem dos países exportadores de petróleo, os países industrializados continuaram a aumentar o consumo, iludidos com a aparente abundância do recurso. A partir de 1956 várias interrupções ocorreram no abastecimento, a maior parte resultando em conflitos armados. Em 1973 alguns países árabes decidiram diminuir as exportações, o que resultou num aumento do preço do petróleo em cerca de 400%, levando à crise do petróleo de 1973-74. Esta crise alertou os líderes políticos dos países industrializados para a sua elevada dependência da importação de petróleo. Em 1974 é criada a Agência Internacional de Energia (IEA) para implementar o Programa Internacional de Energia, uma estratégia conjunta para lidar com os problemas da segurança do abastecimento de petróleo à escala internacional. Durante a crise verificou-se nos países industrializados esforços para implementar medidas de eficiência energética (EE) e procurar fontes alternativas de energia. Conseguiu-se uma diminuição da dependência apostando na energia nuclear e no gás natural, mas a meio dos anos 80 a procura de petróleo voltou a aumentar devido ao crescimento do setor dos transportes. (IEA, Oil Supply Security, 2007)

A exploração dos combustíveis fósseis, além do crescimento económico, permitiu suportar um enorme aumento populacional, entre 1900 e 2000 a população global quase que quadruplicou, de 1.6 para 6.1 mil milhões. No entanto o consumo de energia comercial per capita também quadruplicou, de 14 GJ para 60 GJ. (Smil, 2004) Tal intensidade de consumo de combustíveis fósseis teve efeitos significativos na atmosfera, elevando a concentração de dióxido de carbono (CO_2) para níveis não registados há mais de 1000 anos, como se pode ver na Fig. 1. O CO_2 é o gás antropogénico com efeito estufa mais importante e a sua concentração continua a aumentar. A taxa anual de crescimento das emissões de gases com efeito de estufa no período 2000-2010 (2,2%) aumentou significativamente em relação à taxa de crescimento registada no período 1970-2000 (1,3%). As emissões de CO_2 resultantes da queima de combustíveis fósseis e processos industriais contribuiu em cerca de 78% para o crescimento total das emissões de gases com efeito de estufa entre 1970 e 2010. Os principais setores responsáveis pelo aumento da concentração do CO_2 na atmosfera são o fornecimento de energia elétrica, a indústria e os transportes. Os efeitos do aumento da concentração dos gases com efeito estufa na atmosfera já são visíveis, observando-se um aumento da temperatura média do ar e dos oceanos, o derreter da neve e dos glaciares em larga escala e o aumento do nível médio das águas do mar. (IPCC, Mitigation of Climate Change, 2014)

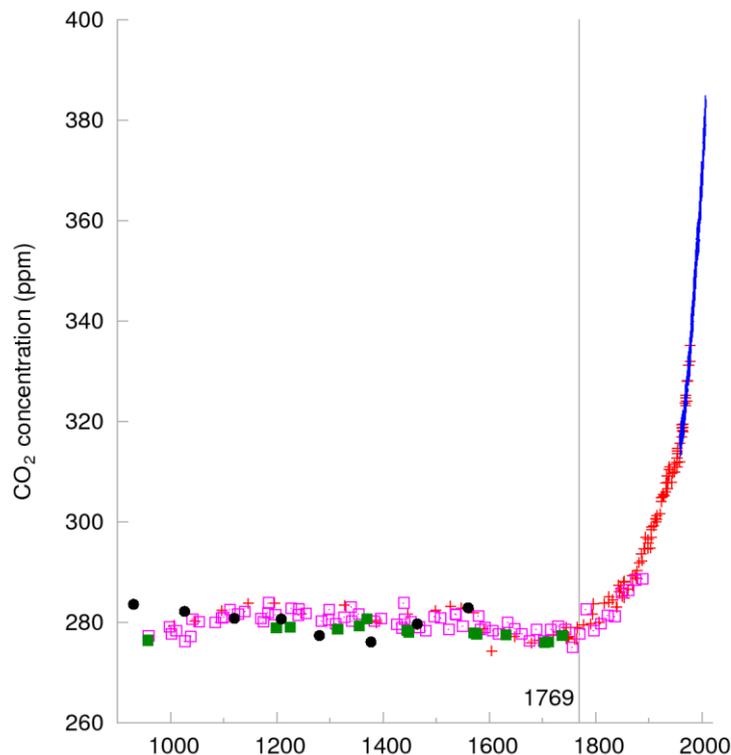


Fig. 1 – Concentração do dióxido de carbono na atmosfera nos últimos 1100 anos (MacKay, 2008)

Atualmente mais de 80% da energia é obtida através de combustíveis fósseis (IEA, Key World Energy Statistics, 2014). A diminuição da dependência fóssil e a atenuação dos impactos na atmosfera podem ser alcançados através da substituição das fontes fósseis por fontes renováveis e através da aposta na eficiência energética. A EE tem um papel importante no desenvolvimento sustentável da economia global. Estima-se que o consumo final total de energia nos países membros da IEA é hoje 60% mais baixo relativamente às projeções, devido às medidas de EE implementadas nas últimas quatro décadas. Desde 2001, através de investimentos em EE em 18 países membros da IEA foi evitado o consumo do equivalente a 1700 milhões de toneladas de petróleo (IEA, Energy Efficiency Market Report, 2014). Na fig. 2 podemos observar a poupança energética conseguida por onze países¹ membros da IEA através de medidas de EE em 2011 comparada com o consumo de energia dos principais países e regiões. O potencial de mercado da EE é estimado em cerca de 260 mil milhões de euros e está a crescer significativamente nos países não membros da OECD, especialmente no setor dos transportes (IEA, Energy Efficiency Market Report, 2014).

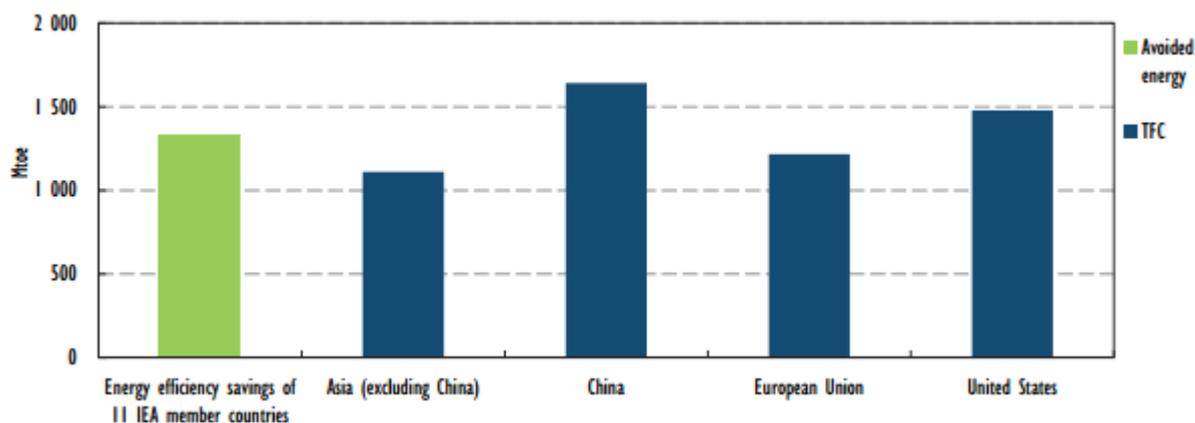


Fig. 2 – Poupança energética conseguida por 11 países¹ membros da IEA devido à EE em comparação com o consumo final total (TFC) dos principais países e regiões consumidoras de energia (IEA, Energy Efficiency Market Report, 2014)

A EE, considerado “o mais importante” combustível pela IEA, revela-se cada vez mais uma opção a ter em conta nos balanços nacionais de consumo e produção de energia, na segurança do abastecimento e no alcance das metas ambientais.

1.2 Estrutura do trabalho

Este trabalho centra-se na eficiência energética e tem como objetivo a criação de um barómetro da EE para a Universidade de Lisboa (ULisboa) que permita a monitorização, avaliação e comparação do desempenho energético das diversas Unidades Orgânicas (UO) da ULisboa.

Esta dissertação está dividida em 10 capítulos cujos conteúdos compõem uma estrutura com quatro fases. Na primeira fase é feito um enquadramento da eficiência energética na história recente da energia e são apresentadas as estratégias energéticas adotadas ao nível internacional, continental e nacional (cap. 1 e 2). Na segunda fase são apresentados os principais barómetros que inspiraram este trabalho e os indicadores de EE utilizados internacionalmente (cap. 3 e 4). Na fase seguinte é efetuada uma breve caracterização da ULisboa, ao nível da organização e dos consumos de energia e água, abordam-se todos os aspetos relativos à criação do Barómetro de EE da ULisboa e é apresentada a Interface Gráfica construída (cap. 5, 6 e 7). Na última fase são apresentados três casos de estudo da funcionalidade do Barómetro, são identificados alguns pontos com potencial de melhoria e é feita uma análise final da ferramenta criada com as respetivas conclusões (cap. 8, 9 e 10).

¹ Os 11 países avaliados são: Austrália, Dinamarca, Finlândia, França, Alemanha, Itália, Japão, Holanda, Suécia, Reino Unido e Estados Unidos.

2. Estratégias energéticas

2.1 Panorama Internacional

A primeira Conferência Mundial do Clima foi organizada pela Organização Mundial da Meteorologia (WMO) em 1979 para discutir as mudanças do clima, especialmente o aquecimento global. Em 1988 é criado o Painel Intergovernamental sobre a Mudança do Clima (IPCC) para fornecer uma visão científica clara dos conhecimentos existentes sobre a mudança do clima. Em 1990 é emitido o primeiro relatório do IPCC e é convocado através da segunda Conferência Mundial do Clima um tratado internacional sobre as mudanças do clima. Em 1992 é adotada a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (UNFCCC) com o principal objetivo de fomentar a cooperação internacional para a prevenção das interferências antropogénicas perigosas para o sistema climático. Após cinco anos de negociações é formalmente adotado em Quioto, Japão, um acordo internacional entre os membros da UNFCCC que define metas de redução das emissões de gases antropogénicos e ficou conhecido como o Protocolo de Quioto. Durante o primeiro período de compromisso, entre 2008 e 2012, 37 países industrializados e a Comunidade Europeia comprometeram-se a reduzir em 5% a emissão média dos gases com efeito de estufa em relação aos níveis verificados em 1990. No segundo período, entre 2013 e 2020, os membros comprometeram-se a reduzir em pelo menos 18% as emissões em relação aos níveis de 1990. O protocolo de Quioto reconhece uma responsabilidade maior aos países industrializados nas emissões de gases com efeito de estufa, devido a mais de 150 anos de atividade industrial e por isso as metas são mais ambiciosas nos países desenvolvidos, de acordo com o princípio “responsabilidade comum, mas diferenciada”. Anualmente há conferências com todas as partes que aderiram ao protocolo para atualizar os conhecimentos e ajustar a estratégia de redução das emissões. Em 2010 os governos concordaram que é necessário reduzir as emissões de forma a evitar que a temperatura média global aumente mais do que 2 °C. (UNFCCC, 2014) Na Cimeira do Clima de 2014 organizada pelas Nações Unidas (UN) os países voltaram a unir esforços para encontrar soluções para a mudança climática. Foi reforçada a importância de limitar o aumento da temperatura média em 2 °C através da redução das emissões e foram apresentadas metas ambiciosas, como a redução em 40% das emissões em relação aos níveis de 1990, até 2030, pela União Europeia (UE) ou a duplicação da taxa de aumento da eficiência energética global até 2030 por mais de 40 países nos transportes, edifícios, aparelhos e iluminação pública. (UN, 2014)

2.2 Panorama Europeu

Em linha com as conferências mundiais sobre a mudança climática, a Comunidade Europeia adota em 1998 o compromisso político “Eficiência Energética na Comunidade Europeia – Estratégia para o Uso Racional da Energia” com o objetivo de refletir sobre as medidas de eficiência energética economicamente viáveis a curto e longo prazo. Foi estimado que, entre 1998 e 2010, o potencial de poupança através da eficiência energética era aproximadamente 18% do consumo anual de energia em 1995 (Comissão Europeia, *Energy efficiency: towards a strategy for the rational use of energy*, 2014). Em 2000, a Comissão Europeia apresenta através do Plano de Ação para a Eficiência Energética um conjunto de medidas que visam reduzir o consumo de energia através do aumento da eficiência energética. É reconhecido o importante papel da EE no alcance dos compromissos do Protocolo de Quioto e na segurança do abastecimento na Comunidade Europeia (Comissão Europeia, *Action Plan for energy efficiency (2000-2006)*, 2014). Após cinco anos da criação do Plano de Ação, a Comissão reforça a estratégia energética europeia através da criação do Livro Verde para a EE. A criação deste livro é motivada pela elevada dependência energética externa, pela depleção dos recursos energéticos tradicionais e pelo desenvolvimento insuficiente dos recursos renováveis. É estimado no Livro Verde que até 2020 o consumo de energia pode ser reduzido 20% relativamente à projeção para 2020, libertando uma soma de 60 mil milhões de euros para outros investimentos, reforçando a competitividade da Europa e reduzindo as emissões de gases com efeito de estufa (Comissão Europeia, *Green Paper on energy efficiency*, 2014).

Em 2011 a Comissão Europeia estimou que, através das medidas previstas, a Europa iria alcançar apenas metade do objetivo de 20% de redução do consumo primário de energia em 2020. Por isso, foi criado

um novo Plano de EE em 2011, parte da estratégia Europa 2020, para tirar proveito do elevado potencial de poupança de energia nos edifícios, transportes e produtos e serviços. A EE pode ser vista como o maior recurso energético da Europa e é por isso que o aumento da EE é um dos principais objetivos da estratégia energética europeia. A estratégia Europa 2020 visa ainda, no domínio da Sustentabilidade Energética e Alterações Climáticas, o objetivo de redução das emissões de gases com efeito de estufa em, pelo menos, 20% comparativamente com os níveis de 1990 e o objetivo de alcançar uma quota de 20% de fontes de energia renovável no consumo energético final (Comissão Europeia, Energy Efficiency Plan, 2011). Os objetivos propostos pela Comissão à nível Europeu servem para dinamizar políticas energéticas nacionais, competindo aos Estados Membros a definição de metas nacionais para a eficiência energética, com o apoio e monitorização da Comissão.

Quatro anos após o lançamento da estratégia Europa 2020, a Comissão fez um ponto da situação no qual conclui que apesar da crise económica sem precedentes que atingiu a Europa em 2009 e da qual ainda se está a recuperar, os objetivos propostos para a energia são alcançáveis, tendo-se já observado progressos. Em 2012, a UE atingiu uma redução de 18% nas suas emissões e perspectiva-se que atinja uma redução de 24% até 2020, ultrapassando o objetivo fixado, apesar de alguns Estados Membros não perspectivarem atingir os objetivos nacionais para 2020 com as atuais políticas em vigor. A quota da energia produzida a partir de fontes renováveis passou de 7.5%, em 2000, para 14.4%, em 2012, mostrando-se alcançável o objetivo de 20% até 2020. No final de 2012, a capacidade de produção renovável instalada na UE representava cerca de 44% da capacidade mundial (excluindo a energia hidroelétrica). O consumo de energia primária diminuiu cerca de 8% entre o pico de 2006 e 2012, sendo necessária uma redução adicional de 6.3% até 2020, para cumprir o objetivo. Grande parte da redução do consumo observada deve-se ao abrandamento económico e por isso o progresso será limitado aquando da recuperação. Apesar da influência da crise a curto prazo, a atividade económica da UE tem vindo a dissociar-se das emissões de gases com efeito de estufa, verificando-se entre 1990 e 2012 um aumento de 45% do PIB e uma diminuição de 18% das emissões. (Comissão Europeia, Estado atual da estratégia Europa 2020 para um crescimento inteligente, sustentável e inclusivo, 2014)

2.3 Panorama Nacional

No quadro das metas da estratégia Europa 2020 foi estabelecido para Portugal um objetivo geral de redução no consumo de energia primária de 25% e um objetivo específico para a Administração Pública de redução de 30%, para o horizonte 2020. No que diz respeito à utilização de energia proveniente de fontes endógenas renováveis foi estabelecido o objetivo de alcançar, até 2020, uma quota de 31% no consumo final bruto de energia e 10% na energia utilizada nos transportes. (Diário da República, Resolução do Conselho de Ministros n.º 20/2013, 2013)

Em 2008 é aprovado o Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética (PNAEE) que contempla um conjunto de medidas que visam reduzir o consumo final de energia em 10% até 2015. Em 2010 é aprovado o Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis (PNAER) que fixa os objetivos nacionais para as quotas de energia proveniente de fontes renováveis no horizonte 2020. O diagnóstico da execução do PNAEE 2008-2015 e do PNAER 2010, efetuado em 2013, permite concluir que a intensidade energética da energia primária em Portugal está ao nível médio da UE, mas quando se analisa a intensidade energética da energia final, resulta que a intensidade energética real da economia produtiva portuguesa é 27% superior à média da UE. Esta disparidade de resultados deve-se ao elevado investimento português em energias renováveis e ao reduzido consumo energético residencial, comparativamente à média da UE. Tais conclusões realçam a importância de apostar no aumento da EE, principalmente ao nível da energia final. (Diário da República, Resolução do Conselho de Ministros n.º 20/2013, 2013)

Devido ao contexto atual de reduzido nível de financiamento, o PNAEE foi revisto e adequado à realidade nacional, originando o PNAEE 2016. O principal objetivo do novo PNAEE 2016 é de projetar novas ações e metas para 2016 em articulação com o PNAER, integrando as preocupações com o cumprimento das metas fixadas pela estratégia Europa 2020 e tendo em conta o contexto económico-financeiro atual. A estimativa da poupança induzida pelo PNAEE até 2016 corresponde a uma redução do consumo energético de aproximadamente 8,2% relativamente à média do consumo verificada no período entre 2001 e 2005, o que se aproxima da meta indicativa definida pela UE de 9% de poupança

de energia até 2016. Tal progresso permite perspetivar antecipadamente o cumprimento do objetivo geral assumido pelo Governo de redução no consumo de energia primária de 25% e o objetivo específico para a Administração Pública de redução de 30%. (Diário da República, Resolução do Conselho de Ministros n.º 20/2013, 2013)

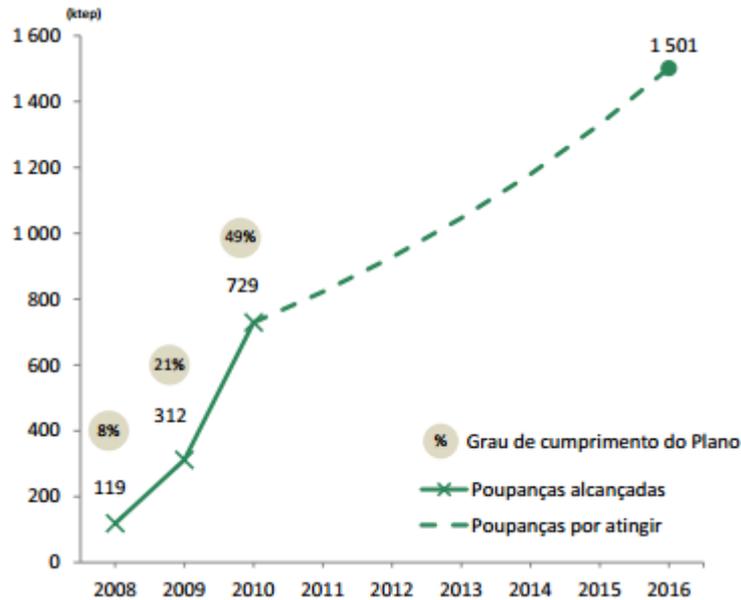


Fig. 3 – Previsão das poupanças a alcançar (ktep) através do PNAEE 2016 (DGEG, 2014)

As medidas visadas pelo PNAEE 2016 abrangem seis áreas específicas: Transportes, Residencial e Serviços, Estado, Indústria, Comportamentos e Agricultura. No âmbito desta dissertação é de salientar o programa previsto para o Estado, designado Programa de Eficiência Energética na Administração Pública - ECO.AP, lançado em 2011 pela Resolução do Conselho de Ministros com o objetivo de alcançar uma redução do consumo primário de energia na ordem dos 30% até 2020 nos organismos e serviços da Administração Pública sem aumento da despesa pública, contribuindo ao mesmo tempo para o crescimento do setor das empresas de serviços energéticos (ESE). Este programa é composto por um conjunto de medidas que se dividem em quatro domínios: Certificação Energética dos Edifícios do Estado, Planos de Ação de Eficiência Energética, Gestão de Frotas e Iluminação Pública. Está previsto que até 2020, 2225 edifícios do Estado sejam sujeitos a certificação, dos quais, cerca de 500, representando pelo menos 20% do consumo de cada ministério, serão objeto de celebração de contratos de eficiência energética no âmbito do ECO.AP. A implementação das medidas definidas nos Planos de Ação de Eficiência Energética serão monitorizadas e avaliadas através do Barómetro da Eficiência Energética na Administração Pública. Este barómetro tem como objetivo comparar e divulgar publicamente o desempenho energético e de baixo carbono dos serviços de cada ministério. Na área dos Transportes é incentivada a renovação da frota pública, com veículos de baixas emissões. No domínio da Iluminação Pública são lançados diversos projetos de monitorização e controlo dos sistemas de iluminação de forma a garantir ganhos de eficiência energética. (Diário da República, Resolução do Conselho de Ministros n.º 20/2013, 2013)

3. Barómetros de Eficiência Energética

Dos sistemas de monitorização de desempenho energético e de sustentabilidade existentes, os que têm mais em comum com o barómetro que se pretende desenvolver nesta dissertação são: o Barómetro da EE - ECO.AP, por ser desenvolvido para a administração pública portuguesa e por se focar na EE, e o Sistema de Monitorização, Avaliação e Ranking da Sustentabilidade, STARS, por ter sido concebido especificamente para o ensino superior. O conceito de eficiência energética não deve ser confundido com o conceito de sustentabilidade. A eficiência energética é uma forma possível de redução do consumo energético, permitindo fazer a mesma atividade consumindo menos energia ou fazer mais consumindo a mesma energia. A sustentabilidade é um conceito mais abrangente e visa a moderação das atividades humanas com o objetivo de garantir a manutenção das condições necessárias para uma vida saudável e para a preservação da natureza. A EE pode fazer parte de um plano de sustentabilidade, contribuindo para a diminuição do impacto antropogénico na natureza, mas também pode incentivar o aumento do consumo de energia pelo facto de tornar possível fazer mais com menos, o chamado paradoxo de Jevons (Hanley, McGregor, Swales, & Turner, 2008). Os barómetros apresentados neste capítulo foram analisados na sua vertente de eficiência energética, focando os pontos de interesse para o desenvolvimento desta dissertação.

3.1 Barómetro ECO.AP

No âmbito do programa ECO.AP foi criado o Barómetro da EE para monitorizar e avaliar o efeito da implementação das medidas propostas. O barómetro consiste num mecanismo de avaliação e ranking e promove a competição entre as entidades públicas através da comparação e divulgação pública do ranking de desempenho energético (DGEG ADENE, 2013). Outras mais-valias que este barómetro apresenta são a obtenção de um panorama global sobre o grau de EE e baixo carbono na administração pública, bem como a identificação de oportunidades de melhoria através de um modelo evolutivo do barómetro.

Após a edição piloto lançada em 2011 com apenas 29 entidades participantes, é lançada em 2012 a 1ª edição do barómetro ECO.AP, desta vez com a participação de cerca de 200 entidades que puderam preencher o questionário do barómetro no site do ECO.AP. Desta participação foi possível criar um ranking das entidades através da fórmula de cálculo do barómetro e ainda destacar o Top 10 das entidades com melhor desempenho energético. No entanto, identificaram-se diversas barreiras à participação das entidades registadas no barómetro. Das 547 entidades registadas apenas 197 participaram (DGEG ADENE, 2013). Tal sustenta que o barómetro ECO.AP deve ter uma base evolutiva, identificando a cada ano oportunidades de melhoria. Está previsto no PNAEE 2016 o reforço do barómetro através do lançamento do Guia da Eficiência Energética na Administração Pública e através da atribuição de prémios visando a distinção das melhores práticas na Administração Pública. A revisão do PNAEE de 2013 conclui que até 2013 foi economizada uma quantidade de energia equivalente a 1016 tep através do Plano de Ação de EE na AP – ECO.AP, representando 2% da meta a atingir até 2020 através deste plano (Diário da República, Resolução do Conselho de Ministros n.º 20/2013, 2013).

3.1.1 Categorias avaliadas

As categorias avaliadas no barómetro agrupam-se em cinco grandes áreas: Energia edifícios, Energia frota, Comportamentos, Água e Papel (DGEG ADENE, 2013).

3.1.2 Método

A avaliação do desempenho energético é feita com recurso à uma bateria de indicadores de EE pré-definidos. Para efeitos de avaliação da evolução do desempenho energético é definido um período de referência, *baseline*, para cada instituição, o que permite caracterizar os consumos e parâmetros de referência. O ranking é elaborado com base no índice ECO.AP obtido através de uma fórmula de cálculo que acorda uma ponderação para cada área avaliada, de acordo com a Fig. 4. (DGEG ADENE, 2013) Neste barómetro as áreas com maior ponderação são a Energia nos edifícios e a Energia na frota.

Área	Indicador	Ponderação	Pontuação
Energia edifícios	kWh/ m ² útil	45%	Valor da entidade em cada indicador/ valor mínimo (máx. *) nesse indicador x 100
Energia frota	kWh/ 100 km	35%	
Comportamentos*	Perguntas qualitativas	10%	
Água	m ³ / colaborador	5%	
Papel	resmas/ colaborador	5%	
A soma das pontuações ponderadas obtidas pelas entidades nas 5 áreas avaliadas determina a sua avaliação final pelo Índice ECO.AP 2011			

Fig. 4 – Cálculo do Índice ECO.AP (DGEG ADENE, 2013)

3.1.3 Pontuação

A pontuação obtida em cada indicador é dada pela expressão (1), como indica a Fig. 4. A entidade com melhor desempenho num determinado indicador obtém a pontuação máxima e as restantes instituições são avaliadas em relação ao valor obtido pela entidade melhor classificada no respetivo indicador. A avaliação final é obtida através da soma das pontuações ponderadas obtidas nas cinco áreas.

$$\text{Pontuação indicador} = \text{Valor obtido no indicador} / \text{Valor mínimo no indicador} \times 100 \quad (1)$$

3.2 STARS

O sistema STARS, *The Sustainability Tracking, Assessment & Rating System*, é uma ferramenta criada para ajudar as escolas e as universidades a monitorizar e a medir os progressos na sustentabilidade. O STARS foi criado pela Associação para o Desenvolvimento da Sustentabilidade no Ensino Superior, AASHE, e a primeira versão foi lançada em Janeiro de 2010 para as instituições norte-americanas. O preenchimento do barómetro é voluntário e tem como objetivo obter um quadro geral da sustentabilidade em todos os setores do ensino superior, permitir a comparação do desempenho entre instituições através de indicadores comuns e incentivar o desenvolvimento contínuo da sustentabilidade. O STARS, na sua versão atual, é o barómetro de sustentabilidade mais analisado e testado nas instituições do ensino superior da América do Norte, no entanto, tem uma base evolutiva e estimula o debate acerca do melhor método para avaliar a sustentabilidade das instituições (AASHE, 2014).

3.2.1 Conceitos

Neste sub-capítulo serão abordados alguns conceitos utilizados no STARS que são relevantes no âmbito desta dissertação.

O conceito de *Equivalente em Tempo Inteiro*, ETI, consiste numa unidade de medida de trabalhadores ou estudantes que permite a comparação entre eles mesmo quando não trabalham o mesmo número de horas por semana. A unidade é obtida comparando o número de horas trabalhadas por um estudante ou trabalhador com o número de horas trabalhadas por um trabalhador ou estudante a tempo inteiro. No caso dos estudantes o número de horas de trabalho são obtidas através da carga horária prevista para o respetivo curso (AASHE, 2014).

O conceito de *Baseline year*, ano de referência, consiste num conjunto de dados de consumos anuais de referência utilizados para medir a evolução dos consumos de cada instituição. Os dados de referência podem ser definidos através da escolha de um ano específico de consumo ou através da média de três anos consecutivos, de modo a minimizar o impacto dos valores *outliers* (AASHE, 2014).

O conceito de *Área Ajustada* representa a solução encontrada para comparar o desempenho energético de espaços com tipos de utilização muito diferentes. Através da expressão (2) a área total é ajustada para contabilizar a necessidade de consumo intensivo de energia (CIE) de certos espaços. No sistema STARS

os espaços CIE são definidos como espaços que apresentam um consumo de energia, pelo menos, duas vezes superior ao consumo médio de um espaço letivo/administrativo (AASHE, 2014).

$$\text{Área ajustada} = A + [2 \times (B + C)] + D \quad (2)$$

em que *A* representa a área bruta do edifício, *B* a área de laboratórios, *C* a área de clínicas e *D* a área de outros espaços CIE.

3.2.2 Categorias avaliadas

As categorias a avaliar foram inicialmente escolhidas através da análise de relatórios de sustentabilidade das instituições e outros sistemas de monitorização e ranking existentes. Após escolhidas, as categorias foram ajustadas com base no feedback de centenas de especialistas na área da sustentabilidade e foram concebidas de forma a serem objetivas, mensuráveis e alcançáveis. As categorias avaliadas agrupam-se em cinco grandes áreas: Programa Académico, Compromissos, Operações, Planificação e Administração e Inovação (ver Anexo 1). No âmbito desta dissertação, importa salientar a área das Operações que abrange os consumos de energia e recursos. As principais categorias avaliadas na área das Operações são: Qualidade do Ar, Operação e Manutenção dos Edifícios, Energia, Água, Resíduos, Transportes e Consumíveis (AASHE, 2014).

3.2.3 Método

O STARS aplica-se a todo o espectro das faculdades e universidades, compreendendo desde instituições líderes no desenvolvimento sustentável até às instituições que estão a dar os primeiros passos nos programas de sustentabilidade. Para garantir que o barómetro se adapta à realidade de cada instituição, algumas categorias têm um critério de aplicabilidade. Desta forma as instituições não são penalizadas nas categorias que não se lhe aplicam devido às próprias circunstâncias. A ponderação das categorias foi definida tendo em conta o impacto da implementação das respetivas medidas tanto em termos de mudança de comportamentos como em termos de redução de consumo. Em certas categorias, como a Biodiversidade e o Consumo de Água, a ponderação pode variar consoante o contexto geográfico da instituição (AASHE, 2014).

3.2.4 Pontuação

A pontuação do desempenho de uma determinada instituição é calculada através da percentagem de pontos alcançados relativamente aos pontos aplicáveis à instituição. Com base na pontuação obtida, é reconhecido o desempenho da instituição através da atribuição de uma determinada estrela. Existem quatro tipos de estrelas possíveis: Bronze, Prata, Ouro e Platina. O reconhecimento é sempre positivo, cada tipo de estrela representando um desenvolvimento significativo na sustentabilidade (AASHE, 2014).

Rating	Minimum Score Required
STARS Bronze	25
STARS Silver	45
STARS Gold	65
STARS Platinum	85

Fig. 5 – Sistema de pontuação do STARS (AASHE, 2014)

4. Indicadores de Eficiência Energética

O número de instituições do ensino superior que incorporam a sustentabilidade nos seus programas, investigações, operações e relatórios tem aumentado na última década (Lozano, 2010). Entre as normas de comunicação da sustentabilidade mais adotadas mundialmente estão as normas de sustentabilidade GRI e o Sistema Europeu de Ecogestão e Auditoria – EMAS, que integra a norma internacional ISO 14001 como sistema de gestão ambiental (Comissão Europeia, 2013). Estas normas fornecem uma referência internacional para os métodos e princípios a adotar na elaboração de relatórios de sustentabilidade.

4.1 Normas internacionais

4.1.1 Global Reporting Initiative – GRI

A GRI é uma das principais organizações na área da sustentabilidade e promove a comunicação da sustentabilidade como uma forma das empresas contribuírem para o desenvolvimento sustentável. A última versão das normas GRI, a versão G4 de 2013, fornece uma visão sobre os princípios de comunicação da sustentabilidade, divulgações *standard* e um manual de implementação para a preparação dos relatórios de sustentabilidade (GRI, 2013).

4.1.2 Sistema Europeu de Ecogestão e Auditoria – EMAS

O sistema europeu de ecogestão e auditoria, EMAS, é uma ferramenta desenvolvida pela UE, para as empresas e organizações dentro ou fora da UE, com o objetivo de ajudar a melhorar o desempenho ambiental das mesmas, economizando energia e recursos. Esta ferramenta foi instituída em 1993, tendo evoluído ao longo do tempo. A última versão foi revista em 2009. Num estudo sobre os custos e benefícios do registo no EMAS, foi pedido aos participantes que escolhessem de uma lista o principal benefício do registo no EMAS. Concluiu-se que além do benefício principal da poupança de energia e recursos, a adesão ao EMAS também melhorou significativamente as relações com as autoridades e as partes interessadas, criando mais oportunidades de mercado. (Comissão Europeia, 2013)

4.2 Comparação dos principais indicadores de EE

Cada uma das normas de comunicação da sustentabilidade referidas no tópico anterior sugerem uma bateria de indicadores para avaliar a sustentabilidade. Na Tabela 1 são agregados os principais indicadores sugeridos pelas normas para a eficiência energética e são comparados com os indicadores utilizados pelos barómetros ECO.AP e STARS.

Tabela 1- Comparação de Indicadores de EE (GRI, 2013; Comissão Europeia, 2013; DGEG ADENE, 2013; AASHE, 2014)

Indicador	GRI	EMAS	ECO.AP	STARS
Energia Edifícios	J ou múltiplo	kWh/colaborador	kWh/m ²	MMBtu/ft ² /grau dia
Energia Frota	J ou múltiplo	kWh/colaborador	kWh/100 km	% combustíveis limpos
Água	m ³	m ³ /colaborador	m ³ /colaborador	m ³ /ETI
Emissões	ton CO ₂ e	ton CO ₂ e/ colaborador	ton CO ₂ e/ colaborador	ton CO ₂ /área ajustada
Papel	ton	folhas/ colaborador/dia	resmas/colaborador	US\$
Toners/Tinteiros	ton	ton/colaborador	-	-

5. Universidade de Lisboa

A Universidade de Lisboa (ULisboa), após a fusão com a Universidade Técnica de Lisboa em 2013, passou a englobar 18 Escolas, 19 Residências Universitárias, 9 Unidades Alimentares, 4 Museus e 1 Complexo Desportivo. Perante a dimensão e diversidade da ULisboa é essencial uma gestão interna de qualidade para promover a coesão da Universidade e garantir as condições necessárias para a criação e transmissão do conhecimento. Um dos principais objetivos estratégicos apresentado no Plano de Ação 2014-17 pela ULisboa é implementar um Sistema Interno de Gestão de Qualidade. O Sistema de Qualidade deve respeitar o princípio de autonomia das Escolas e simultaneamente promover a integração no todo das várias Escolas e Unidades Orgânicas (UO) envolvidas (Universidade de Lisboa, 2014).

A fusão das duas universidades, pela sua dimensão e grande diversidade de Escolas e UO, constitui um desafio para a gestão global de energia e recursos. Para se poderem tomar decisões esclarecidas e elaborar planos eficazes é essencial a implementação de um sistema de monitorização do desempenho energético que seja adequado à realidade da ULisboa e que se adapte corretamente a todas as Escolas e UO pertencentes.

5.1 Consumo de Energia e Água

Neste sub-capítulo será feita uma breve análise ao tipo de consumo energético e de recursos da ex-Universidade de Lisboa que compreende 11 UO das 18 pertencentes à atual ULisboa e por isso pode ser considerada uma representação aproximada da atual realidade da ULisboa, no que diz respeito ao tipo de consumo energético. A análise será feita com base nos dados apresentados no relatório “Consumos de Energia e Água 2012/2013 – Universidade de Lisboa (ex-UL)” elaborado por André Amaral da Área da Sustentabilidade da ULisboa, em 2014, que engloba os dados de consumo de eletricidade, gás e água de todas as UO da ex-UL no biénio 2012/2013. A Fig. 6 representa os gastos com os consumos de energia e água. O consumo de eletricidade apresenta o maior gasto, com 74% do total, seguido do consumo de água, com 15%, e o consumo de gás, com 10%.

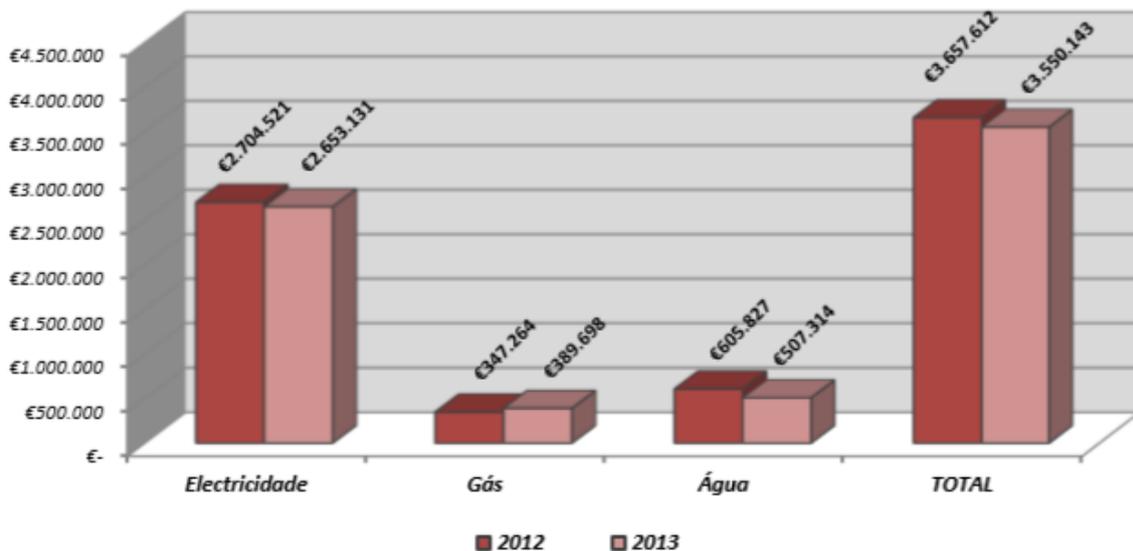


Fig. 6 – Comparação de gastos com o consumo de energia e água e gasto total (Amaral, 2014)

5.1.1 Eletricidade

O consumo de eletricidade na ULisboa, como se pode verificar na Fig. 7, apresenta níveis mensais relativamente constantes e não revela variabilidade sazonal. As médias de consumo mensal apresentadas na Fig. 7 foram calculadas com base nos dados do relatório “Consumos de Energia e Água 2012/2013 – Universidade de Lisboa (ex-UL)” (ver Anexo II).

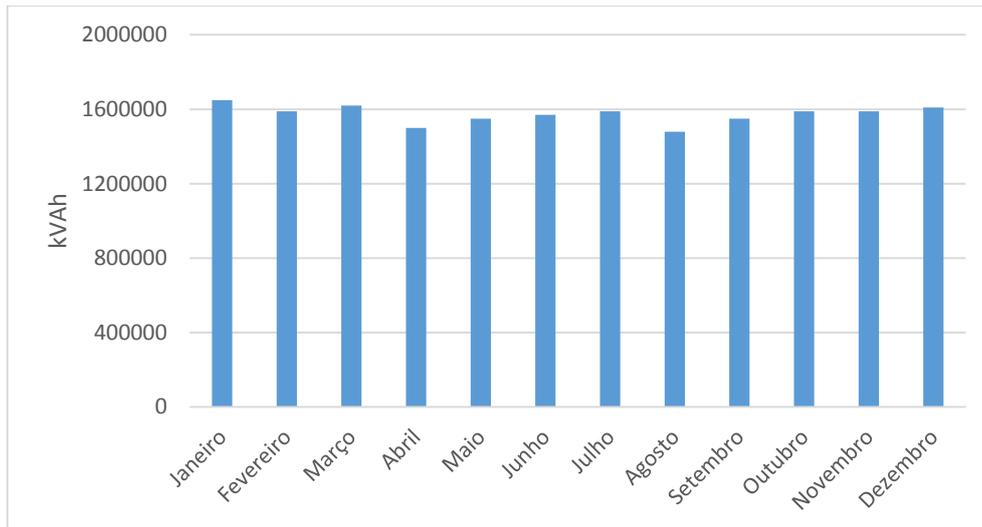


Fig. 7 – Consumo médio mensal de eletricidade no biénio 2012/2013 na ex-UL

5.1.2 Gás

O consumo de gás, representado pela Fig. 8, apresenta uma acentuada variabilidade sazonal, com um consumo médio no período de aquecimento (Novembro – Abril) cerca de cinco vezes superior ao consumo médio no período de arrefecimento (Maio – Outubro). Definiu-se um consumo base para o período de aquecimento através da média de consumo no período compreendido entre Junho e Setembro, período no qual se verifica um consumo reduzido e constante. Atribuiu-se o consumo superior de gás no período de aquecimento à necessidade de aquecer os espaços para garantir condições de conforto térmico. Deste modo, tem-se na Fig. 8, à azul, o consumo de base que representa o consumo de gás não destinado ao aquecimento dos espaços. Conclui-se que cerca de 78% do consumo anual de gás é destinado ao aquecimento dos espaços no período de aquecimento. As médias de consumo mensal apresentadas na fig. 8 foram calculadas com base nos dados do relatório “*Consumos de Energia e Água 2012/2013 – Universidade de Lisboa (ex-UL)*” (ver Anexo II).

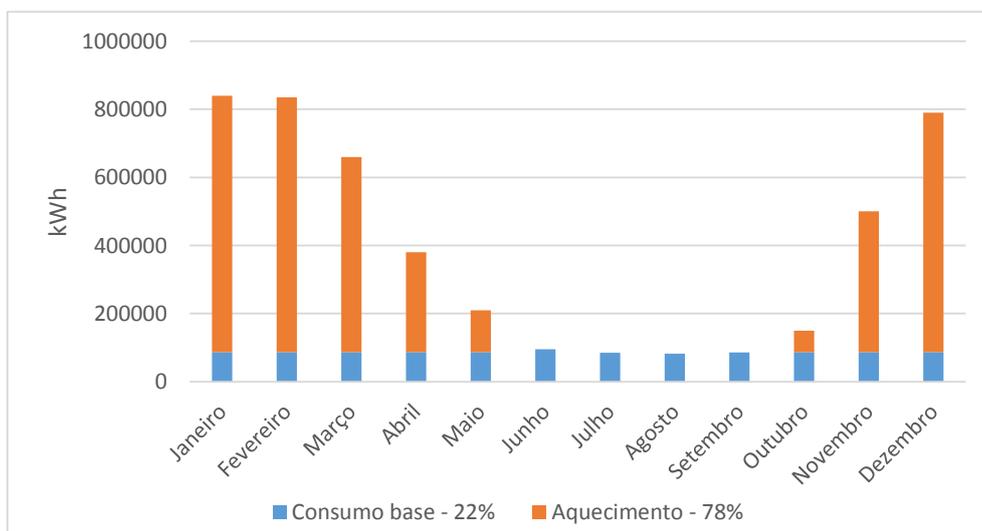


Fig. 8 – Consumo médio mensal de gás no biénio 2012/2013 na ex-UL

5.1.3 Água

O consumo de água, representado na Fig. 9, apresenta uma variabilidade sazonal inversa em relação ao consumo de gás, verificando-se um consumo superior no período de arrefecimento. Definiu-se um nível de consumo de base para o período de arrefecimento através da média dos níveis de consumo do período

de aquecimento. O nível de consumo superior no período de arrefecimento atribuiu-se aos sistemas de rega. Tem-se assim, à azul, o consumo de base que representa a água consumida nos edifícios e à laranja, a água consumida nos sistemas de rega no período de arrefecimento. Conclui-se que cerca de 20% do consumo anual de água se deve aos sistemas de rega. As médias de consumo mensal apresentadas na Fig. 9 foram calculadas com base nos dados do relatório “*Consumos de Energia e Água 2012/2013 – Universidade de Lisboa (ex-UL)*” (ver Anexo II).

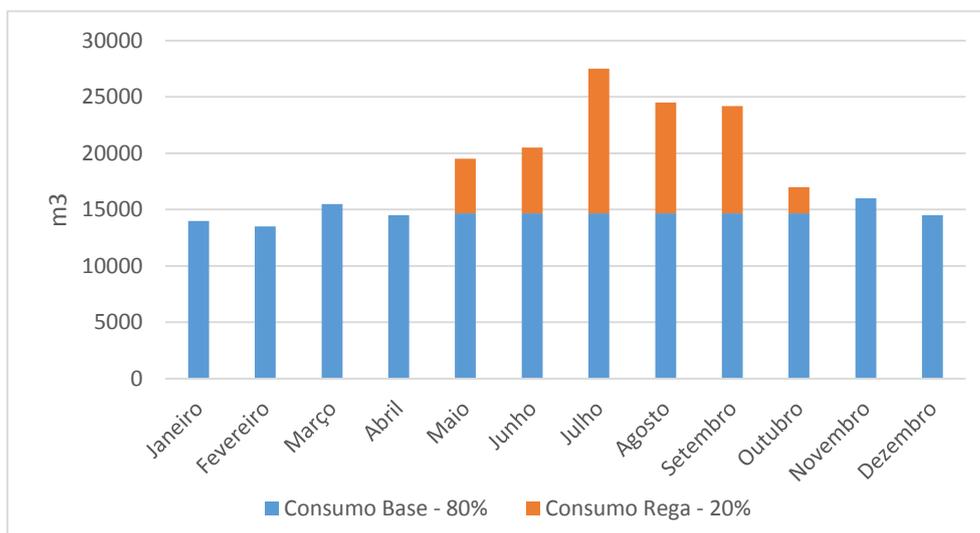


Fig. 9 – Consumo médio mensal de água no biénio 2012/2013 na ex-UL

5.2 Variabilidade anual dos consumos

Neste sub-capítulo será analisada a variabilidade anual dos consumos de energia e água de algumas Unidades Orgânicas da ex-UL no período 2008-2012. Foram analisadas apenas as UO para as quais estavam disponíveis os dados de consumo anual, população e área útil, no período em análise, de modo a possibilitar o cálculo de indicadores anuais de consumo e a comparação entre as UO. Os dados utilizados nesta análise foram retirados do livro “*Universidade de Lisboa em Números 2011/2012*” e do relatório “*Consumos de Energia e Água 2012/2013 – Universidade de Lisboa (ex-UL)*”.

5.2.1 Eletricidade

Os consumos de eletricidade por unidade de área apresentados na Fig. 10 permitem concluir que não existe uma acentuada variabilidade anual de consumo. Para quantificar a variabilidade anual média do consumo de eletricidade, calculou-se a média de consumo de cada UO para o período em análise e de seguida calculou-se o desvio à média de cada ano analisado, para cada UO (ver Anexo III). Foram excluídos deste cálculo os valores de consumo da Faculdade de Farmácia (FF), por apresentarem um desvio à média três vezes superior ao desvio médio das restantes UO, sendo por isso considerados *outliers*. Através dos cálculos efetuados, obteve-se uma variabilidade anual média do consumo de eletricidade de cerca de 3,6%.

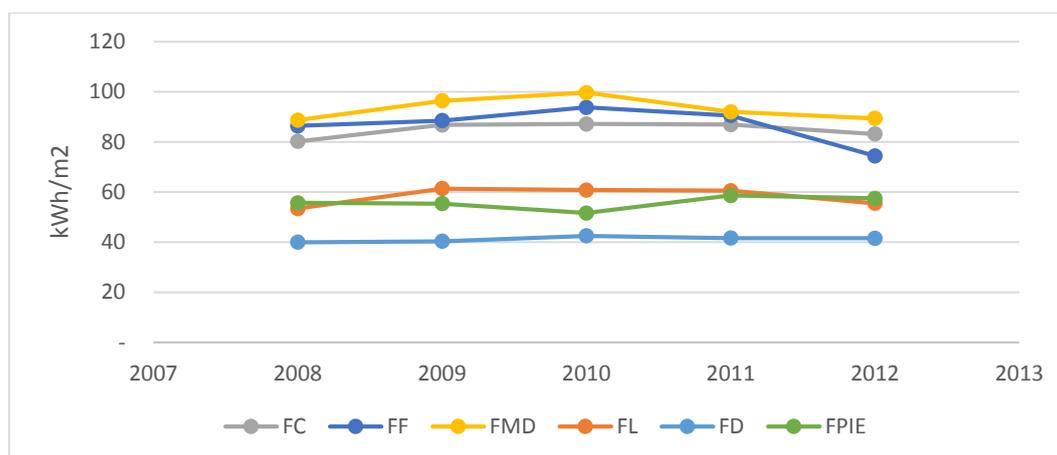


Fig. 10 – Evolução do consumo de eletricidade de seis UO, da ex-UL, no período 2008/2012

5.2.2 Gás

Da análise da Fig. 11 conclui-se que o consumo anual de gás pode variar consideravelmente. Efetuaram-se os mesmos cálculos que se efetuaram na análise da variabilidade do consumo de eletricidade (ver Anexo III – Variabilidade dos consumos de energia e água de seis UO, da ULisboa) e obteve-se uma variabilidade anual média do consumo de gás de cerca de 12,0%. Excluíram-se deste cálculo os indicadores de consumo das Faculdades de Medicina Dentária (FMD), de Farmácia (FF), de Letras (FL) por apresentarem desvios anuais de consumo superiores a 35%, sendo por isso considerados *outliers*. A elevada variabilidade anual do consumo de gás está de acordo com o facto de aproximadamente 80% do consumo ser dependente das condições climáticas, como foi observado no sub-capítulo anterior.

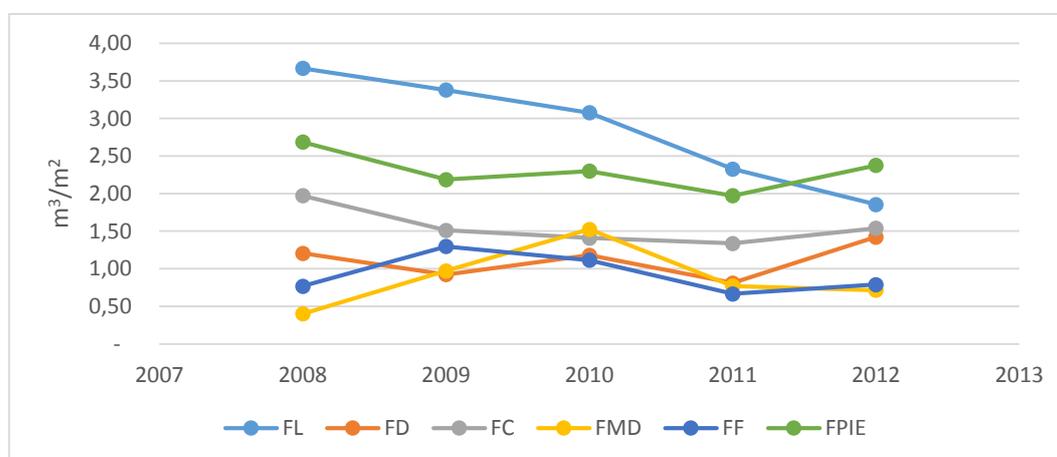


Fig. 11 - Evolução do consumo de gás de seis UO, da ex-UL, no período 2008/2012

5.2.3 Água

A análise da variabilidade anual do consumo de água foi efetuada através do indicador m³/ETI, devido ao facto de aproximadamente 80% do consumo de água depender diretamente da utilização dos espaços da UO pela respetiva população, como foi observado no sub-capítulo anterior. Apenas foram analisados os consumos no período 2009/2012 devido à indisponibilidade da informação relativa à população das UO no ano 2008. Através dos mesmos cálculos efetuados para a variabilidade dos consumos de eletricidade e gás (ver Anexo III), obteve-se uma variabilidade anual média do consumo de água de cerca de 5,6%. Excluíram-se deste cálculo os indicadores de consumo das Faculdades de Medicina Dentária (FMD), de Letras (FL), de Psicologia e do Instituto de Educação (FPIE) por apresentarem desvios anuais de consumo superiores a 25%, sendo por isso considerados *outliers*. Tal como o consumo de gás, o consumo de água é, em parte (cerca de 20%), dependente das condições climáticas, devido à necessidade de regar as áreas vegetadas, o que justifica a variabilidade anual apresentada.

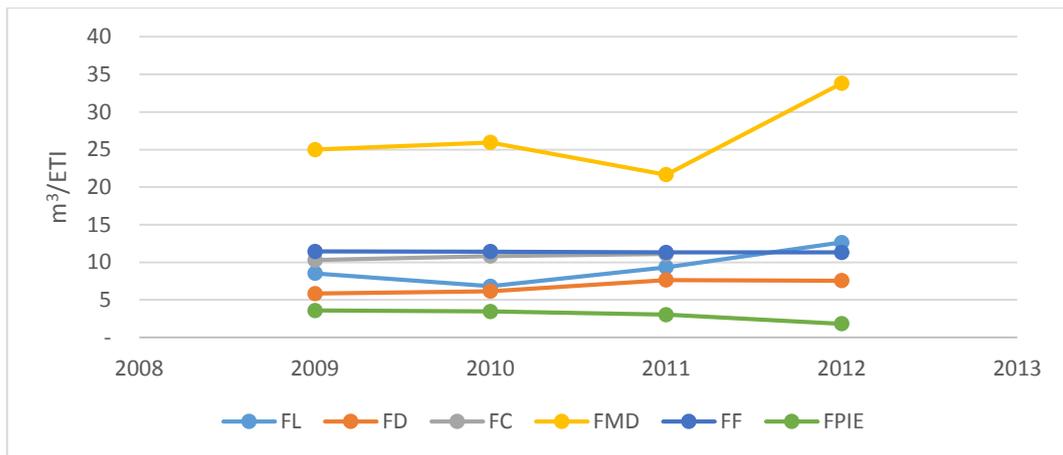


Fig. 12 - Evolução do consumo de água de seis UO, da ex-UL, no período 2009/2012

6. Barómetro de Eficiência Energética da Universidade de Lisboa

A elaboração de um Barómetro da Eficiência Energética da ULisboa foi inicialmente proposta pela Área da Sustentabilidade dos Serviços Partilhados da ULisboa (SPUL) para dar resposta à necessidade de conhecer melhor o quadro geral do desempenho energético das UO da ULisboa, contribuindo para uma melhor gestão global de energia e recursos. Esta ferramenta deve permitir a comparação do desempenho energético das diversas UO e por isso tem que ter a capacidade de se adaptar às especificidades de cada UO e simultaneamente garantir que os indicadores utilizados permitem uma comparação adequada entre as mesmas. Pretende-se ainda incentivar a moderação dos consumos energéticos e a redução das emissões de carbono através da criação de um mecanismo de avaliação e ranking interno das UO.

Partindo das necessidades da Universidade expostas no parágrafo anterior e com base nos Barómetros referidos no capítulo 3, foi criado um Barómetro de EE para a ULisboa, tendo em conta o contexto e as especificidades da Universidade. O desenvolvimento do método de avaliação foi acompanhado e apoiado pelos representantes da Área de Sustentabilidade dos SPUL, nomeadamente Márcia Vila Valério e André Amaral, tendo sido a sua contribuição fundamental para a adaptação adequada do método à realidade da ULisboa, do ponto de vista da sustentabilidade e eficiência energética. A disponibilidade das informações necessárias para a seleção das categorias a avaliar e para a definição da ponderação das mesmas permitiu a criação de um método adequado às características das UO da ULisboa. O método criado foi implementado numa interface gráfica, concebida para ser utilizada diretamente pelos Gestores Locais de Energia e Recursos (GLER) de cada UO.

Neste capítulo será explicado em detalhe a estrutura, o método de avaliação e os indicadores que definem o Barómetro criado, acompanhado de imagens da respetiva interface gráfica. O tamanho das imagens da interface exibidas nesta dissertação foi reduzido para 70% do tamanho original.

6.1 Estrutura

A interface gráfica do Barómetro (daqui em diante referida como o Barómetro) é uma ferramenta de avaliação da EE que recebe os valores introduzidos pelo GLER e efetua os cálculos necessários para avaliar e classificar o desempenho energético da UO. O Barómetro tem uma arquitetura simples, sendo o preenchimento feito em páginas sucessivas numa lógica de Preencher – Submeter – Próximo e compreende cinco etapas de preenchimento. A estrutura técnica e a programação que suporta o Barómetro são explicadas no capítulo 7.

6.1.1 Identificação da UO

Na primeira etapa é requerida a introdução do ano e da UO à que dizem respeito os dados a introduzir. Com base nestes dados é efetuado um pré-preenchimento automático dos campos das páginas seguintes para os quais existe informação na base de dados do Barómetro. Para demonstrar o pré-preenchimento automático dos campos, apresentam-se imagens do registo de uma UO em relação ao ano 2013. Os campos que se apresentam preenchidos nas imagens, são os campos para os quais existe informação disponível na base de dados e por isso são automaticamente preenchidos.

Fig. 13 – Interface Gráfica do Barómetro – Identificação da UO

O Barómetro foi concebido para ser preenchido no final do ano civil. No entanto, nem todos os dados existentes nas UO são registados por ano civil. Enquanto os consumos energéticos e de recursos são contabilizados por ano civil, o número de alunos inscritos é contabilizado por ano letivo. Ao agregar os registos necessários para a avaliação do desempenho energético verifica-se um desfasamento temporal no cálculo de alguns indicadores, nomeadamente os que têm como denominador a população da UO. Na tentativa de escolher um dos períodos e adaptar todos os registos ao período respetivo, diversos obstáculos foram encontrados. No caso dos alunos inscritos, seria preciso definir um método para agregar a informação dos alunos inscritos de três semestres distintos, como se verifica na Fig. 11, de modo a obter os valores por ano civil. No caso dos consumos, apesar de alguns serem facilmente convertíveis em ano letivo através das faturas mensais, o mesmo não se verifica no caso do consumo de materiais, cujo registo é fornecido numa base anual pelos serviços centrais da UO ou pelas entidades responsáveis pela recolha dos mesmos.

De modo a simplificar o preenchimento do Barómetro, nesta primeira versão, será considerado o período anual civil para as informações de consumo e o período anual letivo para as informações da população. A influência do desfasamento temporal em alguns indicadores poderá ser analisada com maior fundamento após alguns testes reais do Barómetro. Como tal, nesta dissertação, a expressão “ano de registo” deverá ser interpretada como ano civil anterior no caso dos consumos e ano letivo concluído no caso da população.

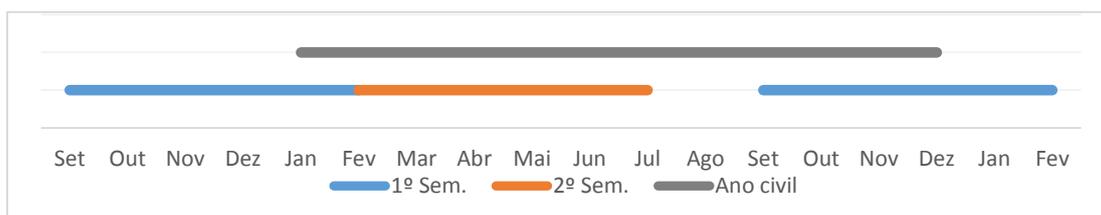


Fig. 14 – Desfasamento temporal – Ano civil vs Ano letivo

6.1.2 Dados Gerais

Na segunda etapa é feita a recolha de dados gerais da UO. A página está organizada em três quadros. No primeiro quadro é feita a identificação do GLER. No segundo é feita uma caracterização geral da UO em termos de áreas. As áreas requeridas são a área útil dos edifícios, a área total dos espaços CIE (conceito definido no sub-capítulo 6.2) e as áreas vegetadas da UO, que se dividem em três classes: espaços ajardinados, espaços verdes urbanos florestais e hortas. Os campos referentes às áreas são preenchidos automaticamente, sempre que as informações necessárias estiverem disponíveis na base de dados do Barómetro. No último quadro é requerido o número de alunos inscritos e o número do pessoal efetivo da UO no ano de registo. O preenchimento dos campos relativos aos alunos (Licenciatura, Mestrado e Doutoramento) é feita com o número total de alunos inscritos e os campos relativos ao pessoal efetivo (Docente, Investigador e Não Docente) deve ser preenchido com o respetivo valor ETI.

Fig. 15 – Interface Gráfica do Barómetro – Dados Gerais

6.1.3 Definição da *Baseline*

Na terceira etapa é feita a caracterização do cenário de referência da UO. O preenchimento é feito em dois quadros. No primeiro são pedidos dados de consumo dos três anos anteriores ao ano de registo para cada tipo de consumo avaliado. As unidades de preenchimento são indicadas na página para cada campo. É recomendado o preenchimento dos consumos relativos aos três anos para cada categoria, mas se apenas estiverem disponíveis os dados para um ou dois anos também é possível submeter. Os campos dos consumos de materiais e combustível têm a opção N/D (Não Disponível) que deve ser selecionada sempre que não houver registos disponíveis para os respetivos consumos. Quando a opção N/D é selecionada, os campos respetivos são automaticamente desativados, e consideram-se os indicadores de referência da ULisboa (ver definição no sub-capítulo 6.2) para o respetivo consumo. Se a UO não for consumidora de Gás deve ser selecionada a opção N/A (Não Aplicável) e esta categoria não será avaliada. Os campos de consumo de eletricidade e água são de preenchimento obrigatório, partindo da premissa que todas as UO têm registo dos respetivos consumos nos últimos três anos.

No segundo quadro é requerida a informação necessária para a definição da população de referência da UO. Tal como na etapa anterior, os campos relativos ao número de alunos inscritos deve ser preenchida com o número de alunos, enquanto os campos relativos ao pessoal efetivo devem ser preenchidos com os respetivos valores ETI. É recomendado o preenchimento dos dados relativos aos três anos para cada categoria, mas se apenas estiverem disponíveis para um ou dois anos também é possível submeter. Se não houver dados disponíveis para o preenchimento de nenhum dos anos para uma determinada categoria, deve ser selecionada a opção N/D e será considerado o valor introduzido para o ano de registo da categoria respetiva.

Sempre que a informação necessária para o preenchimento dos campos desta etapa estiver disponível na base de dados do Barómetro, os campos serão preenchidos automaticamente.

Com base nos dados preenchidos nesta etapa e nas informações submetidas na etapa Dados Gerais, nomeadamente as áreas, são calculados os indicadores de referência para a respetiva UO. O conceito de Baseline e o método utilizado para o cálculo dos indicadores de referência são explicados no sub-capítulo 6.2.

Barómetro da Eficiência Energética da ULisboa			
Baseline	Edifício	Energia	Água
Histórico Consumo			
	2010	2011	2012
Eletricidade (kWh)	1.62643e+06	1.50207e+06	1.45934e+06
Gás (kWh)	288549	141695	134712
Água (m3)	18874	15147	20584
Papel (ton)	-	-	-
Toners/Tinteiros (ton)	-	-	-
Combustível	-	-	-
+	-	-	-
Distância percorrida (km)	-	-	-
Histórico População			
	2010	2011	2012
Alunos Licenciatura	670	619	552
Alunos Mestrado	2	3	1
Alunos Doutoramento	3	21	19
Docentes (ETI)	69.6	70.4	-
Investigadores (ETI)	-	-	-
Funcionários (ETI)	86.8	70.5	-

Fig. 16 – Interface Gráfica do Barómetro – Definição Baseline

6.1.4 Recolha de informação

Na quarta etapa são introduzidas as informações necessárias para a avaliação de cada categoria. O preenchimento desta etapa faz-se em seis páginas distintas, cada uma representando uma área avaliada. As informações requeridas dizem respeito não só aos consumos de energia e recursos, mas também às estratégias, medidas e comportamentos que contribuem para a EE. As áreas avaliadas são: Edifício, Energia, Água, Medidas, Materiais e Transportes. O sub-capítulo 6.6 aborda estas áreas individualmente.

6.1.5 Resultado Final

Após todas as páginas serem submetidas é possível ir para a página final, que fornece o resultado obtido na avaliação da EE. É possível ainda guardar um relatório detalhado com todos os dados envolvidos no cálculo da avaliação e os resultados parciais obtidos em cada área. O sub-capítulo 6.7 é dedicado à descrição detalhada desta etapa.

6.2 Conceitos

Os conceitos utilizados neste barómetro para avaliar a EE são semelhantes aos conceitos apresentados pelos dois barómetros referidos no capítulo 3 mas são adaptados à realidade da ULisboa e por isso serão explicados em detalhe neste sub-capítulo.

6.2.1 ETI

Através do conceito Equivalente em Tempo Inteiro, ETI, pretende-se medir o número de ocupantes da UO tendo em conta o tipo de atividade e carga de trabalho de cada um. No caso do número de pessoal efetivo, a informação já é fornecida pelas UO na unidade ETI. No caso do número de alunos inscritos a informação é fornecida em número de alunos. Para se obter o número correto de ocupantes é necessário converter o número de alunos na unidade ETI. Esta conversão pode ser realizada através do número de créditos ECTS de cada curso.

O Sistema Europeu de Transferências de Créditos (ECTS) proposto pela Declaração de Bolonha consiste na generalização de um sistema de créditos que permita o reconhecimento dos estudos e dos títulos académicos, promovendo a mobilidade dos estudantes e a comunicação entre as universidades europeias. Os créditos ECTS medem o volume de trabalho necessário, dentro e fora do horário de aulas, para concluir com êxito um ano de estudos na UO. O sistema ECTS tem na base o princípio que 60 créditos medem a carga de trabalho necessária para a conclusão de um ano académico típico, cada crédito representando cerca de 28 horas de trabalho (DGES, 2014).

Segundo o Decreto-Lei nº 74/2006, de 24 de Março, em Portugal, o ciclo de estudos conducente ao grau de licenciado tem 180 a 240 créditos e uma duração normal entre seis e oito semestres de trabalho, ou seja, uma média de 30 ECTS por semestre. O mesmo Decreto-Lei estabelece ainda que o ciclo conducente ao grau de mestre tem 90 a 120 créditos e uma duração normal entre três e quatro semestres, ou seja, uma média de 30 ECTS por semestre. O ciclo conducente ao grau de doutor tem um número de créditos e uma duração variável mas o habitual na ULisboa são 30 ECTS por semestre. Conclui-se assim que a carga prevista de trabalho para cada aluno por semestre é independente do tipo de curso e corresponde à uma média de 60 ECTS por ano.

Considerando que o horário de trabalho a tempo inteiro corresponde à 8 horas por dia e que, por ano, em Portugal há cerca de 255 dias úteis, é possível calcular o fator de conversão ETI/aluno inscrito com base no número de créditos ECTS anuais. Obtém-se desta forma o fator **0,82 ETI/aluno inscrito** que será usado para converter o número de alunos em unidade ETI para todos os ciclos de estudos. Este fator deve ser interpretado como uma estimativa do número de horas que os estudantes passam na UO, devido à carga de trabalho efetuada fora do período de aulas, que pode ser realizada dentro ou fora da UO, como é o caso dos estágios, trabalhos de campo ou trabalhos pessoais.

6.2.2 Área CIE

São considerados espaços com Consumo Intensivo de Energia (CIE), as partes da UO que, devido ao tipo de atividade exercida, necessitam de consumir uma quantidade de energia superior ao consumo típico de um estabelecimento de ensino. Estes espaços podem ser Laboratórios, Cozinhas, Restaurantes, Data Centers ou outros espaços CIE. Para quantificar a superioridade do consumo de um espaço CIE relativamente ao consumo típico de um estabelecimento de ensino foi determinado um fator CIE médio com base nos valores dos Índices de Eficiência Energética (IEE) calculados por tipo de espaço, no âmbito da certificação energética de alguns edifícios da ULisboa.

Nos certificados energéticos, os espaços analisados são agrupados por tipologias e são fornecidos os valores dos IEE simulados com parâmetros reais do uso dos espaços, bem como as áreas correspondentes.

Para obter o fator CIE médio foram calculados em primeiro lugar os IEE médios das duas classes de espaços em análise, estabelecimentos de ensino e espaços CIE. Para o cálculo do IEE médio de um estabelecimento de ensino foram considerados os valores relativos às tipologias: Estabelecimento de Ensino, Bibliotecas e Escritórios. Para os espaços CIE, foram consideradas as tipologias Laboratórios, Cozinhas, Restaurantes e Data Centers. As áreas fornecidas nos certificados foram consideradas na ponderação da média do IEE de cada uma das classes de espaços, sendo a área utilizada como indicador da dimensão destes espaços nos edifícios. O fator CIE é definido pela relação de superioridade entre o IEE médio dos espaços CIE e o IEE médio dos estabelecimentos de ensino. Na Tabela 2 é apresentado um resumo do cálculo efetuado para a obtenção do fator CIE médio. Os valores utilizados no cálculo são provenientes dos certificados energéticos de cinco edifícios da ULisboa e podem ser consultados no Anexo III, que agrupa todas as tabelas analisadas. As tipologias Armazéns e Pequenas Lojas, referidas nos certificados energéticos, foram excluídas neste cálculo por não se enquadrarem em nenhuma das classes consideradas.

Tabela 2 – Principais resultados obtidos no cálculo do fator CIE médio com base nos dados do Anexo III

Classe	Tipologia	Área m ²	IEE/tipologia kgep/m ² .ano	IEE médio/classe kgep/m ² .ano	Fator CIE/tipologia	Fator CIE médio
Est. Ensino	Est. Ensino	16 179,7	16,2	20,3	-	-
	Escritórios	6 083,7	29,6		-	-
	Bibliotecas	1 854,3	25,2		-	-
CIE	Laboratórios	4 860,6	77,0	72,9	3,8	3,6
	Cozinhas/Rest.	3 247,0	46,3		2,3	
	Data Centers	252,8	335,0		16,5	

Como se pode observar na Tabela 2, o espaço CIE que apresenta menor consumo de energia por unidade de área é o espaço das cozinhas e da restauração, com um valor IEE médio cerca de duas vezes maior que o IEE médio de um estabelecimento de ensino. Como tal, define-se espaço CIE como qualquer espaço que apresente um consumo de energia pelo menos duas vezes superior ao consumo médio de um estabelecimento de ensino. O fator CIE a considerar para estes espaços no cálculo da Área Ajustada (explicado no tópico seguinte) será 3,6, a média ponderada dos fatores CIE das tipologias analisadas. Quanto maior a quantidade de dados disponíveis sobre o consumo de energia, por tipo de espaço, na ULisboa, mais representativo será o fator CIE e mais precisa será a definição dos espaços CIE.

6.2.3 Área ajustada

A Área Ajustada é um conceito que visa garantir uma comparação justa entre espaços com atividades e necessidades de energia muito diferentes. Através da expressão (3) a área da UO é ajustada, considerando as necessidades superiores de energia dos espaços CIE. A Área Ajustada será utilizada no cálculo dos indicadores de EE e desta forma será minimizada a influência do fator - tipo de atividade exercida - na comparação do desempenho energético entre as UO. A subtração de um valor do fator CIE na expressão (3) deve-se ao facto de a área dos espaços CIE já ser contabilizada uma vez na área total útil, representada por A.

$$\text{Área ajustada} = A + (\text{fatorCIE} - 1) \times B \quad (3)$$

em que A representa a área total útil dos edifícios da UO e B a área total dos espaços CIE.

6.2.4 *Baseline*

O conceito de *baseline* consiste na criação de um conjunto de indicadores de referência de EE que refletem o estado atual de desenvolvimento da EE em cada UO. A *baseline* criada é utilizada na avaliação do progresso alcançado por cada UO na área da EE, contribuindo para a comparabilidade do desempenho energético das diferentes UO. O cálculo dos indicadores da *baseline* é efetuado com base na média dos valores de consumo introduzidos na terceira etapa de preenchimento, relativos aos três anos anteriores ao ano de registo. Deste modo, reduz-se a influência dos *outliers*. Se apenas forem introduzidos dados para um ou dois anos, os indicadores são calculados com a quantidade de dados introduzidos. Através dos dados relativos à população, introduzidos na mesma etapa de preenchimento, é calculada a população de referência da UO, em unidade ETI, utilizada na determinação dos indicadores da *baseline* que têm como denominador a população

6.2.5 Indicadores de referência da ULisboa

Os Indicadores de Referência da ULisboa são indicadores de EE de referência calculados, sempre que possível, com base nos registos disponíveis dos consumos das diversas UO da ULisboa. Na Tabela 3 apresentam-se os valores de referência adotados. Os indicadores de referência do consumo de papel e *toners*/tinteiros foram calculados com base nos dados de consumo disponíveis da ULisboa, presentes no Anexo V. Para a categoria consumo de combustível, devido à insuficiência de informação, foi adotado o indicador médio de consumo determinado através do Barómetro ECO.AP para a administração pública, na edição piloto com 29 entidades participantes, como consta no Anexo VI.

Tabela 3 – Indicadores de referência adotados para a ULisboa

Categoria	Unidade	Valor	Fonte dos dados
Consumo Papel	kg/ETI	6,16	ULisboa (Anexo V)
Consumo <i>Toners</i> /Tinteiros	kg/ETI	0,05	ULisboa (Anexo V)
Consumo Combustível	kWh/100 km	93,4	ECO.AP (Anexo VI)

O indicador do consumo de combustível apresentado na Tabela 3 foi convertido da unidade l/100km para kWh/100km, tendo em conta a distribuição do consumo por tipo de combustível (Anexo VI – Média de consumo de combustível na frota na Administração Pública) e os teores energéticos dos respetivos combustíveis (Tabela 17 – Teor energético dos combustíveis para transportes).

6.2.6 Metas de redução

A avaliação da redução dos consumos energéticos e de recursos é feita em relação à uma meta de redução anual para o respetivo consumo. As metas de redução consideradas no Barómetro são metas de redução adotadas no contexto em que a ULisboa se insere, como a União Europeia, as Estratégias Nacionais ou as Estratégias Municipais de Energia. Na Tabela 4 são apresentadas as metas consideradas no Barómetro para os principais consumos. Para a redução do consumo de energia foi considerada a meta de redução do consumo final de energia no PNAEE 2008-2015, no âmbito da Estratégia Europa 2020. Para a redução do consumo de água e dos materiais foram consideradas as metas adotadas na Estratégia Energético-Ambiental para Lisboa (2008-2013). De modo a incentivar a redução dos consumos e beneficiar as UO que alcançarem uma redução superior à meta, adotou-se no âmbito do Barómetro o dobro das metas de redução de referência. A meta definida para a área Energia aplica-se aos consumos de eletricidade, gás e combustível.

Tabela 4 – Metas de redução de consumo

Área	Meta de redução	Período	Meta anual	Fonte	Meta anual adotada
Energia	10%	7 anos	1,5%	(Diário da República, 2010)	3,0%
Água	7,8%	5 anos	1,6%	(Lisboa e-Nova, 2008)	3,2%
Materiais	10%	5 anos	2,1%	(Lisboa e-Nova, 2008)	4,2%

As metas anuais de redução foram calculadas através da fórmula do Juro Composto, expressão (4), partindo do pressuposto que os consumos irão diminuir continuamente de ano para ano.

$$C_n = C_0 \times (1 + i)^n \quad (4)$$

em que n é o número de anos, i a taxa de redução anual, C_n o consumo futuro, após a redução prevista e C_0 o consumo inicial.

Apesar de se terem adotado metas de redução relativamente ambiciosas, verifica-se que a variabilidade média dos consumos, analisada no sub-capítulo 5.2, é superior às respetivas metas de redução. Este facto permite a obtenção de resultados díspares na avaliação da evolução dos consumos. Variações anuais de consumo dentro da variabilidade média, pode levar à uma classificação mínima, no caso de um aumento, ou pode levar à uma classificação máxima, no caso de uma redução. Para tornar a avaliação da evolução dos consumos menos sensível às pequenas variações, foi necessário definir uma margem percentual de variabilidade (*mvar*) para cada tipo de consumo, em relação ao indicador de *baseline* de cada UO. A margem de variabilidade representa a parte da variação do consumo que não depende diretamente das estratégias energéticas adotadas pela UO e foi definida como metade da variabilidade média anual do respetivo consumo, definida no sub-capítulo 5.2 para um conjunto de UO da ULisboa. Deste modo, atribui-se metade da variabilidade anual média de consumo a fatores independentes das estratégias e comportamentos praticados na UO, como os fatores climáticos ou a carga horária no final do dia. Com a margem de variabilidade considerada, a escala de avaliação da evolução do consumo é aumentada, avaliando positivamente aumentos de consumo inferiores a *mvar* e atribuindo a pontuação máxima às reduções iguais ou superiores a (*mvar + meta de redução*). Na Tabela 5 são agregados os valores percentuais relativos às escalas de avaliação definidas para cada tipo de consumo. No âmbito deste barómetro, as reduções são apresentadas como valores percentuais positivos e os aumentos como valores percentuais negativos.

Tabela 5 – Variabilidade anual e escala de avaliação dos consumos

Tipo de consumo	Meta de redução	Variabilidade anual média na UL	Escala de avaliação da redução do consumo	
			Limite inferior	Limite superior
Eletricidade	3,0%	3,6%	-1,8%	4,8%
Gás	3,0%	12,0%	-6,0%	9,0%
Água	3,2%	5,6%	-2,8%	6,0%

Nas figuras seguintes é exemplificada, graficamente, a aplicação dos valores definidos para delimitar a escala de avaliação da evolução dos consumos. Para este exemplo calcularam-se as médias anuais de consumo do conjunto de UO analisadas no sub-capítulo 5.2. Marcaram-se as margens de variabilidade (faixa cinzenta) e a meta de redução do respetivo consumo (linha laranja). No Barómetro, a escala de avaliação da evolução do consumo é definida para cada UO através da aplicação das percentagens definidas na Tabela 5 ao indicador de consumo de referência da respetiva UO, calculado na página da definição da *baseline*, com base no consumo dos três anos anteriores ao ano de registo.

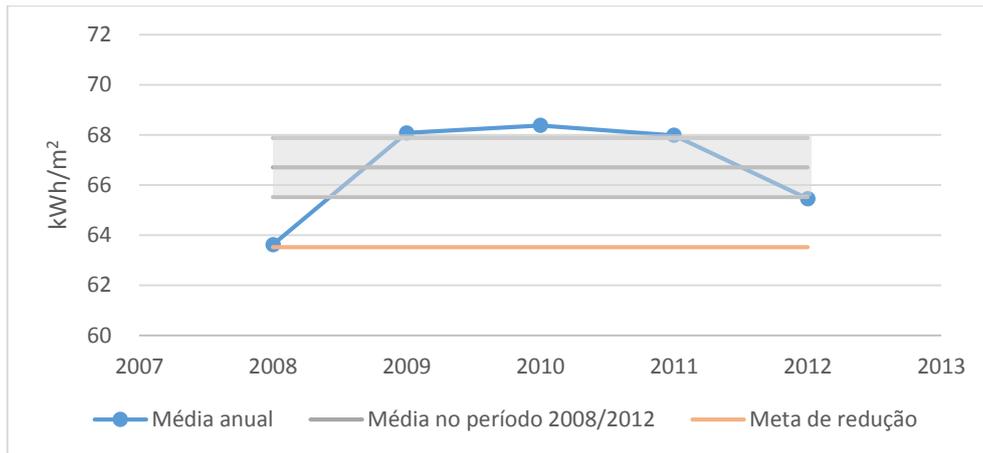


Fig. 17 – Consumo médio anual de eletricidade no período 2008/2012 de cinco UO (FL, FD, FC, FMD e FPIE) e representação da escala de avaliação da evolução do consumo

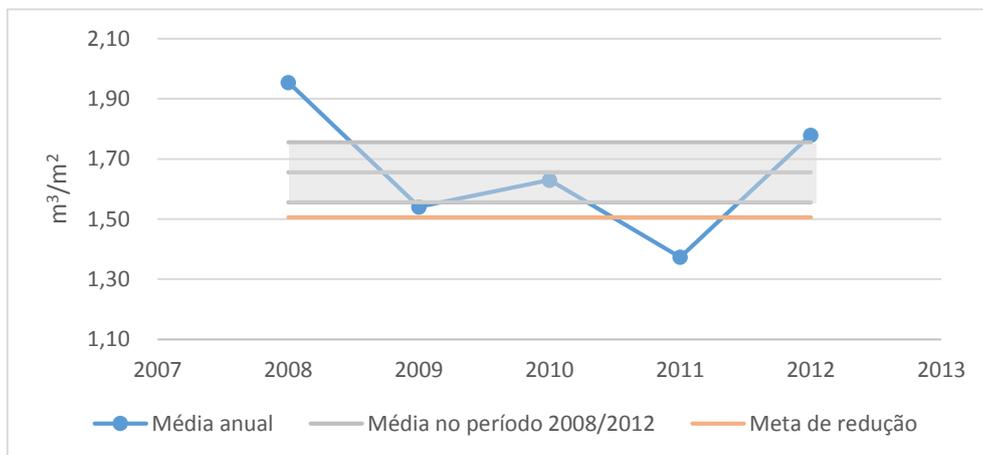


Fig. 18 – Consumo médio anual de gás no período 2008/2012 de três UO (FC, FD e FPIE) e representação da escala de avaliação da evolução do consumo

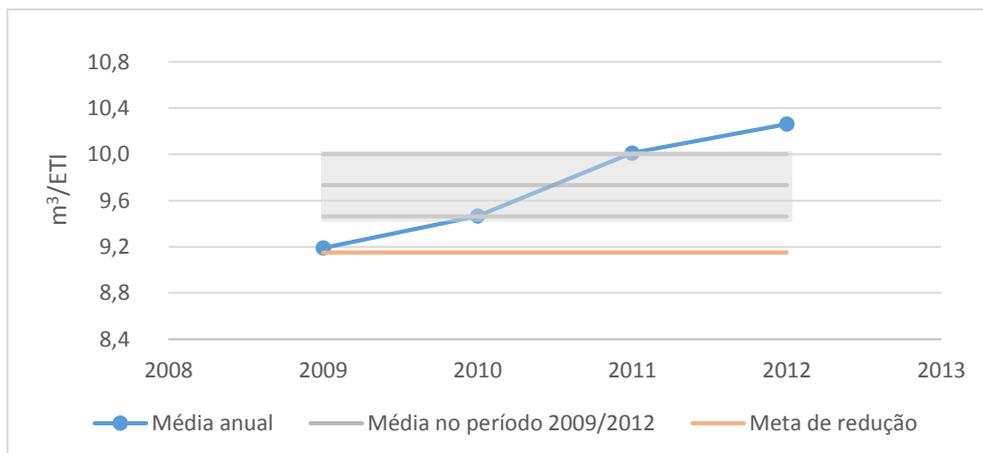


Fig. 19 - Consumo médio anual de água no período 2009/2012 de três UO (FC, FD e FF) e representação da escala de avaliação da evolução do consumo

6.2.7 Fatores Climáticos

Como se observou no capítulo 5, os consumos de gás e de água têm uma forte variabilidade sazonal. O consumo de gás no período de inverno é maioritariamente usado para aquecer os espaços e por isso

depende das condições climáticas locais, particularmente da temperatura. O consumo de água no período de verão é mais elevado devido aos sistemas de rega, sendo por isso dependente das condições climáticas locais, particularmente da precipitação. Feitas estas observações, é necessário que as metas de redução destes dois consumos tenham a capacidade de se adaptar aos anos de registo que apresentem desvios significativos de temperatura ou precipitação. Em Portugal, a temperatura média do ar no Inverno varia de ano para ano numa amplitude de cerca de 1,2 °C, excluindo os valores extremos dos anos atípicos (IPMA, Inverno 2013-2014, 2014). A precipitação média, no Verão, apresenta em Portugal uma amplitude de variabilidade anual de cerca de 40 mm, excluindo os valores extremos dos anos atípicos (IPMA, Verão 2014, 2014). Os dados do Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA) utilizados na análise deste sub-capítulo são apresentados no Anexo VII – Dados sobre a variabilidade da temperatura e precipitação - IPMA. O IPMA elabora boletins meteorológicos sazonais, e fornece os desvios anuais ocorridos nos níveis de precipitação (δP) e temperatura (δT).

Considerando as percentagens estimadas do consumo de gás exclusivo para o aquecimento (78%) e do consumo de água exclusiva para a rega (20%), foram adotadas as expressões (5) e (6) para definir as metas de redução do gás e da água em função do desvio anual da temperatura e da precipitação, no inverno e no verão, respetivamente.

$$MetaGásCorrigida = 0,22 \times MetaGás + 0,78 \times (MetaGás \times fatorTemperaturaInverno) \quad (5)$$

em que

$$fatorTemperaturaInverno = \begin{cases} 0, & \text{se } \delta T \leq -0,6^\circ\text{C} \\ 1, & \text{se } \delta T > -0,6^\circ\text{C} \end{cases}$$

$$MetaÁguaCorrigida = 0,8 \times MetaÁgua + 0,2 \times (MetaÁgua \times fatorPrecipitaçãoVerão) \quad (6)$$

em que

$$fatorPrecipitaçãoVerão = \begin{cases} 0, & \text{se } \delta P \leq -20 \text{ mm} \\ 1, & \text{se } \delta P > -20 \text{ mm} \end{cases}$$

Esta formulação das metas de redução evita que as UO sejam prejudicadas na sua avaliação de desempenho energético nos anos com condições climáticas adversas, nomeadamente invernos muito frios e verões com pouca precipitação. Consideram-se períodos com condições climáticas adversas os períodos cujos desvios negativos de temperatura ou precipitação são maiores, em valor absoluto, do que metade da amplitude média de variabilidade.

6.3 Indicadores de Eficiência Energética

Os indicadores de eficiência energética escolhidos para medir o desempenho energético em cada categoria são apresentados na tabela 5. Os consumos de energia, nomeadamente eletricidade e gás, são medidos por unidade de área ajustada (m²), por estarem associados diretamente ao uso dos espaços. Os consumos de recursos, nomeadamente água, papel e *toners*/tinteiros, são medidos por unidade ETI, por estarem associados diretamente à utilização dos recursos pela população da UO. O consumo de combustível é medido por distância percorrida para refletir a eficiência de conversão de energia na frota.

Tabela 6 – Indicadores de Eficiência Energética do Barómetro

Categoria	Indicador
Eletricidade	kWh/m ²
Gás	kWh/m ²
Água	m ³ /ETI
Papel	kg/ETI
<i>Toners</i> /Tinteiros	kg/ETI
Combustível	kWh/100 km

6.4 Ponderação das Categorias

A distribuição dos pontos disponíveis por categorias define o peso de cada categoria no cálculo da avaliação final. Devido ao critério de aplicabilidade de algumas categorias, o peso relativo de cada uma pode variar de UO para UO. Considerou-se um total de 100 pontos para representar todas as categorias possíveis e foram distribuídos de acordo com a Tabela 7. A distribuição dos pontos foi efetuada com base no potencial de redução do consumo global de energia e recursos de cada categoria. Na distribuição dos pontos teve-se em conta o grande potencial de poupança de energia nos edifícios e nos transportes, indicado tanto pelo PNAEE, como pela estratégia Europa 2020. Considerou-se ainda a distribuição do consumo de energia, na ex-UL, pelas formas de energia, eletricidade e gás, 80% e 20%, respetivamente (Amaral, 2014).

As categorias podem ser classificadas em cinco áreas principais: Edifício, Energia, Água, Materiais e Transportes. Sabendo que uma das principais despesas da ULisboa se deve ao consumo de energia e que as atividades desenvolvidas se desenrolam principalmente no interior das instalações das UO, atribuiu-se a maior ponderação à área Energia, seguida da área Edifício. À área dos transportes, apesar do grande potencial de poupança indicado nas estratégias energéticas, foi atribuída uma ponderação moderada devido à dimensão relativamente reduzida das frotas da maior parte das UO. A distribuição dos pontos pelas categorias foi efetuada através de uma folha de cálculo Excel (Anexo VIII – Distribuição dos pontos pelas categorias do Barómetro) que considera fatores de ponderação, para cada área e para cada categoria, discutidos com os representantes da Área da Sustentabilidade dos SPUL.

Tabela 7 – Ponderação das categorias e sub-categorias avaliadas no Barómetro

Área	Categoria	Pontos	
Edifício	Área certificada	8,8	25,0
	Classificação certificados	10,0	
	Planos de manutenção	5,0	
	Área renovada	1,3	
Energia	Consumo eletricidade	24,5	37,4
	Consumo gás	6,1	
	Produção de energia renovável	6,8	
Água	Consumo água	6,4	6,4
Medidas de redução	Consumo eletricidade	6,1	9,3
	Consumo gás	1,5	
	Consumo água	1,6	
Materiais	Consumo papel	3,5	10,0
	Papel reciclado	1,5	
	Consumo toners/tinteiros	3,5	
	Toners/tint. recarregados	1,5	
Transportes	Consumo combustível	4,8	12,0
	Mobilidade suave	3,6	
	Parque estacionamento bicicletas	2,4	
	Estratégias para a mobilidade suave	1,2	
Total		100 pontos	

Dentro da área Edifício foi dada a maior ponderação à certificação energética. A certificação é avaliada em duas vertentes: na percentagem de área útil certificada e na classificação média obtida. É atribuída maior ponderação à classificação obtida por ser um indicador de eficiência energética que resulta da análise detalhada do estado atual da UO. Os pontos das categorias de avaliação do consumo de energia e água foram atribuídos de acordo com a distribuição dos consumos, analisada no sub-capítulo 5.1, na ULisboa. A ponderação das medidas de redução de consumo foi definida como 20% da ponderação

atribuída às categorias de avaliação dos respetivos consumos. Foram atribuídos 10% da totalidade dos pontos à área dos materiais. Para a distribuição dos pontos nesta área não houve suficientes dados disponíveis para servir de suporte de decisão, pelo que, esta distribuição dos pontos deverá ser revista após um eventual teste do Barómetro com dados reais dos consumos de materiais nas UO. Dentro da área dos transportes atribuiu-se a maior ponderação ao consumo de combustível e à mobilidade suave, de modo a beneficiar as UO que adoptam meios de transporte mais eficientes.

6.5 Método de avaliação

O método de avaliação utilizado no Barómetro tem na sua génese o conceito de adaptabilidade e aborda um diverso leque de características das UO. Além da evolução dos consumos, são avaliadas estratégias, comportamentos e medidas praticadas pelas UO. Cada categoria avaliada tem um determinado número de pontos possíveis. Existem três tipos de categorias: categorias de preenchimento obrigatório, categorias aplicáveis a todas as UO mas com a opção de submeter em branco se os dados não estiverem disponíveis (opção N/D) e categorias com critério de aplicabilidade (opção N/A) que são avaliadas apenas se forem aplicáveis à UO. Os campos de preenchimento obrigatório são os campos de consumo de eletricidade, gás e água, excepto se a UO não for consumidora de gás. As categorias aplicáveis a todas as UO são: a Área Certificada Energeticamente e respetiva Classificação, os Planos de Manutenção, os consumos de Materiais e o Parque de Estacionamento para Bicicletas. Quando é selecionada a opção N/D, a categoria é avaliada com zero pontos. Os restantes campos têm um critério de aplicabilidade e deve ser selecionada a opção N/A sempre que a categoria não se aplicar à UO ou não houver possibilidade imediata de obter os dados pedidos. Quando é selecionada a opção N/A para uma determinada categoria, os respetivos pontos possíveis são anulados, e a categoria não é avaliada. As categorias com critério de aplicabilidade representam cerca de 30% do total dos pontos possíveis. A pontuação do desempenho energético global é efetuada em função da quantidade de pontos alcançados relativamente à quantidade de pontos aplicáveis.

A avaliação da redução de consumos é feita relativamente à meta de redução anual definida para o respetivo consumo, tendo em consideração a margem percentual de variabilidade definida no sub-capítulo 6.2.6. A avaliação é sempre positiva, valorizando a melhoria do desempenho energético, sem penalizar eventuais aumentos de consumo. Se numa determinada categoria avaliada se verificar um aumento do consumo superior à margem de variabilidade, a categoria é avaliada com zero pontos. Sempre que a redução alcançada no ano de registo for igual ou superior à meta de redução anual para a respetiva categoria, é atribuída a pontuação máxima. A fórmula de cálculo da avaliação de cada sub-categoria é explicada em pormenor no sub-capítulo 6.6.

6.6 Avaliação Categorias

A avaliação do desempenho energético faz-se com base nos valores de referência calculados para cada UO, na terceira etapa de preenchimento, e considerando as informações sobre o consumo de energia e recursos no ano de registo, preenchidos na quarta etapa. O preenchimento da quarta etapa é feito em seis páginas distintas, cada uma dedicada à uma área avaliada e adaptada aos dados requeridos. As categorias avaliadas nas páginas são agrupadas em quadros. Os quadros contêm dois tipos de campos: editáveis e não editáveis. Os campos editáveis destinam-se à introdução de dados por parte do GLER, enquanto os campos não editáveis apenas exibem alguma informação sobre os cálculos efetuados nas categorias. Estes campos são sombreados e o conteúdo é atualizado ao carregar no botão Submeter de cada página. Neste sub-capítulo será explicado o funcionamento desta etapa de preenchimento, bem como o método de avaliação e respetivas fórmulas de cálculo por detrás de cada página.

6.6.1 Edifício

Na página Edifício é avaliada principalmente a área total da UO sujeita à certificação energética, e a classificação energética obtida. A certificação energética dos edifícios faz parte da estratégia de EE para o sector do Estado e é apontada no Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE) como uma ferramenta essencial na identificação de oportunidades de melhoria da EE e na produção de dados estatísticos nacionais. A certificação constitui também um

mecanismo de promoção do edifício, contribuindo para a proximidade entre as políticas energéticas, a população da Unidade e os agentes de mercado (SCE, 2014). Outro aspecto avaliado nesta área é a cobertura dos planos de manutenção periódicos da UO, que têm um papel fundamental na manutenção dos níveis de eficiência dos diversos equipamentos existentes na Unidade. Por último, na categoria Área Renovada, é valorizada a renovação, de acordo com os regulamentos RCCTE e RSECE em vigor, dos espaços da UO.

Fig. 20 – Interface Gráfica do Barómetro – Área Edifício

No primeiro quadro da página é requerida a introdução das áreas certificadas e a seleção da respetiva classificação obtida. Há quatro linhas disponíveis para a introdução de dados de áreas certificadas e a opção de ativar mais três linhas. Neste quadro são avaliadas duas categorias: a Área Total Certificada e a Classificação Energética Média. Os pontos alcançados em cada uma das categorias são calculados de acordo com as expressões $Pts ACertif = \frac{\sum_i ACertif_i}{Aútil} \times Pts Poss$ (7) e

$$Pts Class = \left(\frac{1}{n} \sum_i \frac{ACertif_i}{ATCertif} \times m_i \right) / 9 \times Pts Poss \quad (8).$$

$$Pts ACertif = \frac{\sum_i ACertif_i}{Aútil} \times Pts Poss \quad (7)$$

em que $Pts ACertif$ representa os pontos alcançados na categoria Área Certificada, $\sum_i ACertif_i$ a área total certificada, $Aútil$ a área total útil da UO e $Pts Poss$ os pontos possíveis na categoria respetiva.

$$Pts Class = \left(\frac{1}{n} \sum_i \frac{ACertif_i}{ATCertif} \times m_i \right) / 9 \times Pts Poss \quad (8)$$

em que $Pts Class$ representa os pontos alcançados na categoria Classificação Energética Média, $ATCertif$ a área total certificada, n o número de linhas preenchidas, m o valor numérico atribuído à classificação selecionada para cada linha e $Pts Poss$ os pontos possíveis na categoria respetiva. Existem nove classificações energéticas de edifícios possíveis: A+, A, B, B-, C, D, E, F, G. Para efeitos de

cálculo, esta classificação foi traduzida em valores numéricos definidos pela função exponencial $f(x) = 1.2765^x$, em que x representa a ordem da classificação obtida no intervalo [1,9], correspondendo a classificação máxima, A+, à ordem 9. A função foi definida de forma a obter a classificação máxima, 9 valores, para a classificação máxima ($x = 9$). Optou-se por uma definição exponencial da pontuação desta categoria em vez de uma linear, de modo a destacar as UO que atingem os níveis de certificação energética mais altos. Na Fig. 21 é representada a pontuação definida para cada classificação energética.

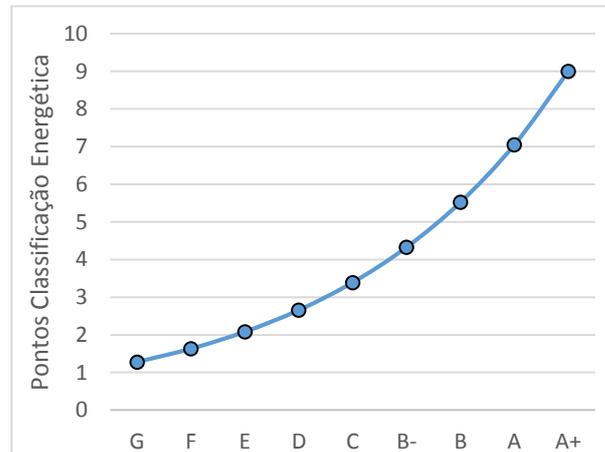


Fig. 21- Pontuação atribuída à classificação obtida na certificação energética

No segundo quadro são avaliadas as categorias Plano de Manutenção e Área Renovada. Existe um campo para cada categoria destinado à introdução das respetivas áreas, nomeadamente a área de cobertura do plano de manutenção e a área renovada no ano de registo. As fórmulas de cálculo utilizadas neste quadro são representadas pelas expressões $Pts PManut = \frac{PManut}{Aútil} \times Pts Poss$

(9) e $Pts AREnov = \frac{AREnov}{Aútil} / metaAREnov \times Pts Poss$, com $\frac{AREnov}{Aútil} \leq metaAREnov$ (10).

$$Pts PManut = \frac{PManut}{Aútil} \times Pts Poss \quad (9)$$

em que $Pts PManut$ representa os pontos alcançados na categoria Plano de Manutenção, $PManut$ a área coberta pelo plano de manutenção e $Pts Poss$ os pontos possíveis na categoria respetiva.

$$Pts AREnov = \frac{AREnov}{Aútil} / metaAREnov \times Pts Poss, \quad \text{com } \frac{AREnov}{Aútil} \leq metaAREnov \quad (10)$$

em que $Pts AREnov$ representa os pontos alcançados na categoria Área Renovada, $AREnov$ a área renovada no ano de registo, $metaAREnov$ a meta de renovação anual e $Pts Poss$ os pontos possíveis na categoria respetiva. A meta anual para a renovação dos espaços foi definida como 10% da área útil. As Unidades que renovarem 10% ou mais da área útil recebem a pontuação total da categoria. A meta anual de renovação é comum para todas as UO e deverá ser ajustada no futuro, após testar o barómetro com dados reais e conhecer melhor as estratégias adotadas pelas diversas UO.

Caso a UO não tenha renovado nenhum espaço no ano de registo, deve ser selecionada a opção N/A à direita do campo respetivo e a categoria não será avaliada.

6.6.2 Energia

Na página Energia são recolhidos os dados de consumo de energia e a produção de energia renovável na UO, no ano de registo. São avaliadas três categorias: Consumo de Eletricidade, Consumo de Gás e Produção Renovável.

Fig. 22 – Interface Gráfica do Barómetro – Área Energia

Nos primeiros dois quadros são requeridos os valores de consumo de eletricidade e gás no ano de registo. Com base no valor introduzido é calculado o indicador de EE, dividindo o consumo introduzido pela área ajustada da UO. Este indicador é comparado com o indicador de referência da categoria, obtido na definição da baseline da UO, e é calculada a redução percentual de consumo obtida. Se a redução de consumo alcançada no ano de registo ultrapassar a meta de redução anual definida no sub-capítulo 6.2.6 para o respetivo consumo, é atribuída a pontuação máxima na respetiva categoria. O cálculo da pontuação atribuída nas duas categorias é efetuado através das expressões

$$Pts\ ConsElet = (redConsElet + mvar)/metaElet \times PtsPoss,$$

$$com - mvar \leq redConsElet \leq metaElet + mvar \quad (11) \text{ e } Pts\ ConsGás = (redConsGás + mvar)/metaGás \times PtsPoss,$$

$$com - mvar \leq redConsGás \leq metaGás + mvar \quad (12).$$

$$Pts\ ConsElet = (redConsElet + mvar)/metaElet \times PtsPoss,$$

$$com - mvar \leq redConsElet \leq metaElet + mvar \quad (11)$$

em que $Pts\ ConsElet$ representa os pontos alcançados na categoria Consumo de Eletricidade, $redConsElet$ a redução do consumo relativamente à baseline, $metaElet$ a meta de redução anual para este consumo, $PtsPoss$ os pontos possíveis da respetiva categoria e $mvar$ a margem de variabilidade do consumo avaliado.

$$Pts\ ConsGás = (redConsGás + mvar)/metaGás \times PtsPoss, \\ com - mvar \leq redConsGás \leq metaGás + mvar \quad (12)$$

em que $Pts\ ConsGás$ representa os pontos alcançados na categoria Consumo de Gás, $redConsGás$ a redução do consumo relativamente à baseline, $metaGás$ a meta de redução anual para este consumo, $PtsPoss$ os pontos possíveis da respetiva categoria e $mvar$ a margem de variabilidade do consumo avaliado. A meta de redução do consumo de gás é calculada em função das condições climáticas no ano de registo, de acordo com o método definido no sub-capítulo 6.2.7.

Se na página da definição da *baseline* tiver sido selecionada a opção N/A para a categoria Consumo de Gás, o segundo quadro desta página estará desativado.

No último quadro da página é requerida a informação relativa à categoria Produção de Energia Renovável. Existem dois campos de preenchimento, um para a energia elétrica e outro para a energia térmica. Os dois campos devem ser preenchidos na unidade de energia kWh. Nesta categoria avalia-se a energia produzida no espaço da UO e não a energia vendida pela UO à rede nacional. A pontuação é atribuída em função da meta anual de produção de energia renovável como se mostra na expressão (13).

$$Pts\ ProdRen = \frac{ProdRen}{ConsEnergia}/metaRen \times PtsPoss, \quad com \frac{ProdRen}{ConsElet} \leq metaRen \quad (13)$$

com $Pts\ ProdRen$ representando os pontos alcançados na categoria Produção de Energia Renovável, $ProdRen$ a energia renovável total produzida na UO, $ConsEnergia$ a soma da eletricidade e do gás consumidos, $metaRen$ a meta anual de produção de energia renovável e $PtsPoss$ os pontos possíveis para a categoria respetiva. A meta de produção de energia renovável ($metaRen$) foi estabelecida em 20% do consumo de energia final, de acordo com os objetivos da estratégia Europa 2020. Foi escolhida a meta europeia, ao invés da meta nacional de 31%, para a Administração Pública, devido ao facto de a eletricidade injetada na rede nacional já incorporar uma percentagem significativa, superior a 50%, de energia renovável. Se a UO produzir uma quantidade de energia renovável superior à meta anual, será atribuída a pontuação máxima nesta categoria.

Caso a UO não tenha produção de energia renovável deve ser selecionada a opção N/A e esta categoria não será avaliada.

6.6.3 Água

A página Água é dedicada ao cálculo da redução do consumo de água no ano de registo. A monitorização do consumo de água é importante para detetar eventuais perdas na rede interna de abastecimento da UO. Em Portugal, cerca de 24% da água captada, tratada, transportada e armazenada não chega aos consumidores devido a fissuras, roturas e extravasamentos de água (ERSAR, 2013). Em Lisboa, através da implementação do sistema de monitorização WONE, por parte da EPAL, a quantidade de água não faturada foi reduzida de 23,5%, em 2005, para 7,9%, em 2013 (EPAL, 2014).

Fig. 23 – Interface Gráfica do Barómetro – Área Água

Apesar do consumo de água na ULisboa se dividir em dois tipos de uso distintos, consumo próprio e rega dos espaços vegetados, o contador de água não distingue os dois tipos. Assim, esta página apenas requer o preenchimento de um campo, com o consumo de água verificado no ano de registo. Com base no valor de consumo introduzido é calculado o indicador de EE, dividindo o consumo de água pelo número total da população da UO em unidades ETI. Através da comparação com o indicador de referência para esta categoria, obtido na definição da *baseline* da UO, é calculada a redução do consumo de água obtida. A pontuação atribuída à categoria Água é calculada através da expressão

$$Pts\ Cons\ Água = (redCons\ Água + mvar)/meta\ Água \times PtsPoss,$$

$$com - mvar \leq redCons\ Água \leq meta\ Água + mvar \quad (14).$$

$$Pts\ Cons\ Água = (redCons\ Água + mvar)/meta\ Água \times PtsPoss,$$

$$com - mvar \leq redCons\ Água \leq meta\ Água + mvar \quad (14)$$

em que *Pts ConsÁgua* representa os pontos alcançados na categoria Consumo de Água, *redConsÁgua* a redução do consumo no ano de registo, *metaÁgua* a meta de redução para este consumo, *PtsPoss* os pontos possíveis na respetiva categoria e *mvar* a margem de variabilidade do consumo avaliado. A meta de redução do consumo de água é calculada em função das condições climáticas do ano de registo, de

acordo com o método definido no sub-capítulo 6.2.7. Se a redução do consumo de água obtida for superior à meta de redução definida, é atribuída a pontuação máxima nesta categoria.

6.6.4 Medidas

Na página Medidas são valorizadas as medidas de redução de consumo implementadas pela UO no ano de registo. As medidas são avaliadas através da poupança anual estimada decorrentes da implementação das mesmas. A página é composta por três quadros, cada um referente à um tipo de consumo. É requerido, para cada tipo de consumo, uma breve descrição das medidas implementadas, bem como a respetiva poupança anual estimada. Existe uma linha de preenchimento disponível para cada quadro e a opção de adicionar mais uma por quadro. Caso as linhas de preenchimento sejam insuficientes para as medidas implementadas, devem-se agrupar as medidas da mesma categoria e as respetivas poupanças estimadas, de modo a serem introduzidas em apenas duas linhas.

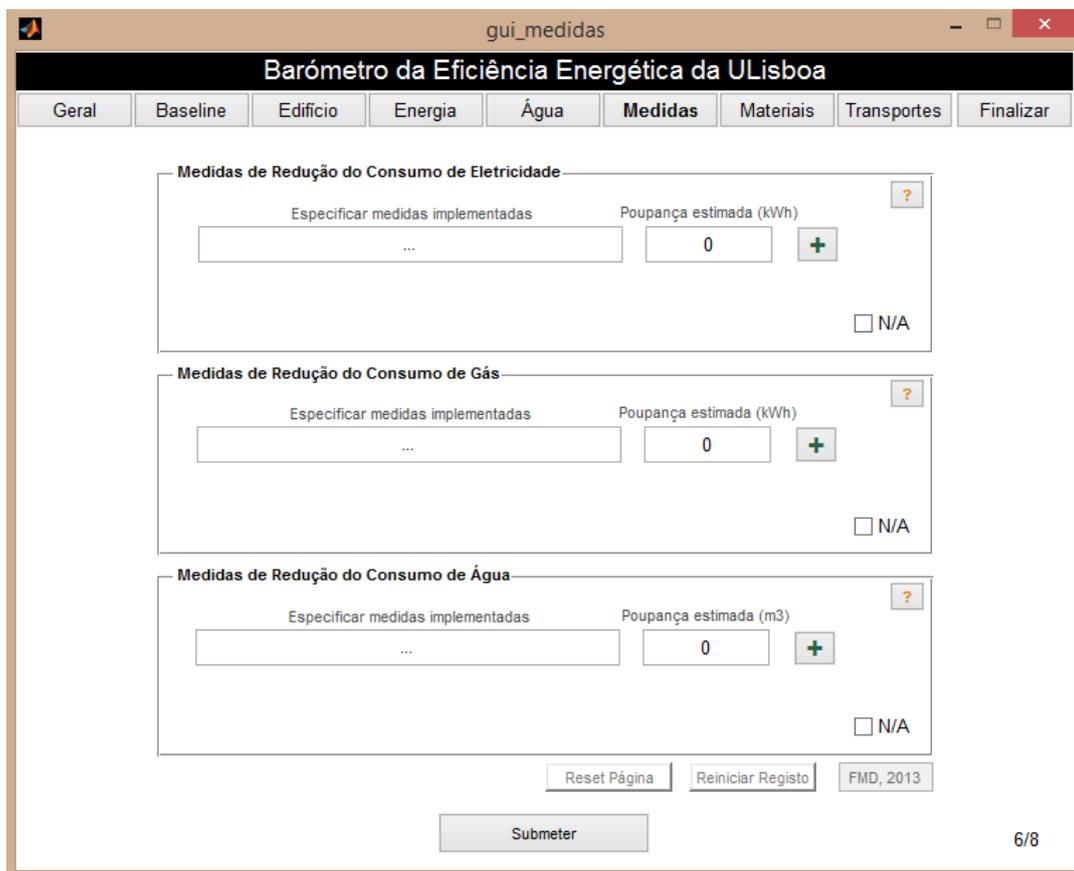


Fig. 24 – Interface Gráfica do Barómetro – Área Medidas

As fórmulas de cálculo para a pontuação das três categorias são semelhantes. Primeiro é dividido o valor de poupança introduzido pelo denominador do indicador de EE de cada categoria: área ajustada no caso da eletricidade e do gás e a população da UO em ETI no caso da água. Depois de ajustadas as unidades das poupanças estimadas, avaliam-se as medidas em comparação com as metas anuais de redução dos respetivos consumos, como indicam as expressões $Pts\ MedidasElet = \frac{poupElet}{IndBaselineElet} / metaElet \times PtsPoss$ (15)33, $Pts\ MedidasGás = \frac{poupGás}{IndBaselineGás} / metaGás \times PtsPoss$ (16) e $Pts\ MedidasÁgua = \frac{poupÁgua}{IndBaselineÁgua} / metaÁgua \times PtsPoss$ (17).

$$Pts\ MedidasElet = \frac{poupElet}{IndBaselineElet} / metaElet \times PtsPoss \quad (15)$$

em que $Pts\ MedidasElet$ representa os pontos alcançados na categoria Medidas de Redução de Consumo de Eletricidade, $poupElet$ a poupança anual estimada de eletricidade por unidade de área ajustada, $IndBaselineElet$ o indicador de EE para o consumo de eletricidade calculado na definição da *baseline* da UO e $PtsPoss$ os pontos possíveis na respetiva categoria.

$$Pts\ MedidasGás = \frac{poupGás}{IndBaselineGás} / metaGás \times PtsPoss \quad (16)$$

em que $Pts\ MedidasGás$ representa os pontos alcançados na categoria Medidas de Redução de Consumo de Gás, $poupGás$ a poupança anual estimada de gás por unidade de área ajustada, $IndBaselineGás$ o indicador de EE para o consumo de gás calculado na definição da *Baseline* da UO e $PtsPoss$ os pontos possíveis na respetiva categoria.

$$Pts\ MedidasÁgua = \frac{poupÁgua}{IndBaselineÁgua} / metaÁgua \times PtsPoss \quad (17)$$

em que $Pts\ MedidasÁgua$ representa os pontos alcançados na categoria Medidas de Redução de Consumo de Água, $poupÁgua$ a poupança anual estimada de água por unidade ETI, $IndBaselineÁgua$ o indicador de EE para o consumo de água calculado na definição da *Baseline* da UO e $PtsPoss$ os pontos possíveis na respetiva categoria.

Sempre que não houver medidas a introduzir num determinado quadro, deve ser selecionada a opção N/A e o quadro respetivo não será avaliado.

6.6.5 Materiais

A página Materiais é dedicada à recolha de informação sobre o consumo dos principais recursos materiais utilizados nas atividades desenvolvidas pelas UO, o papel e os *toners* e tinteiros. É avaliada a redução do consumo dos materiais e a reciclagem dos mesmos. A recolha do papel e dos *toners* e tinteiros para reutilização ou reciclagem é monitorizada através dos mapas integrados de registo de resíduos do Sistema Integrado de Licenciamento do Ambiente (SILiAmb) nas UO inscritas no sistema. É objetivo da ULisboa inscrever todas as suas UO no SILiAmb (Reitoria da Universidade de Lisboa, 2013).

Fig. 25 – Interface Gráfica do Barómetro – Área Materiais

No primeiro quadro é requerida a informação relativa ao consumo de papel. São avaliadas duas categorias neste quadro: Consumo de Papel e Papel Reciclado. No segundo quadro introduzem-se as informações relativas ao consumo de *toners* e tinteiros. São avaliadas as categorias Consumo de *Toners/Tinteiros* e *Toners/Tinteiros* Reciclados.

O primeiro campo de cada quadro deve ser preenchido com o consumo do respetivo material em toneladas no ano de registo. Com base no valor introduzido é calculado o indicador de EE, dividindo o consumo do material pelo número da população da UO em ETI. O indicador calculado é comparado com o indicador de referência, obtido na página da definição da Baseline, e é calculada a redução de consumo alcançada no ano de registo. A pontuação das categorias de consumo de materiais é efetuada de acordo com a expressão $Pts\ ConsMaterial = redConsMaterial / metaMateriais \times PtsPoss$, (18). Se a redução de consumo alcançada for superior à meta anual de redução, é atribuída a pontuação máxima na respetiva categoria.

$$Pts\ ConsMaterial = redConsMaterial / metaMateriais \times PtsPoss, \quad (18)$$

$$com\ 0 \leq redConsMaterial \leq metaMateriais$$

em que $Pts\ ConsMaterial$ representa os pontos alcançados nas categorias de Consumo de Materiais, $redConsMaterial$ a redução do consumo no ano de registo, $metaMateriais$ a meta anual de redução do consumo de materiais definida no sub-capítulo 6.2.6 e $PtsPoss$ os pontos possíveis na categoria respetiva.

Se a UO não tiver registo do consumo de materiais, deve ser selecionada a opção N/D na linha do respetivo consumo.

O segundo campo de cada quadro requer informação sobre os materiais recolhidos para reutilização ou reciclagem. Os valores devem ser introduzidos em toneladas. Através da comparação com o consumo do material no ano de registo é calculada a parte reciclada/reutilizada em percentagem. A pontuação das

categorias de material reciclado/reutilizado é efetuada de acordo com a expressão $Pts RecMaterial = parteRec \times PtsPoss$ (19).

$$Pts RecMaterial = parteRec \times PtsPoss \quad (19)$$

em que $Pts RecMaterial$ representa os pontos alcançados nas categorias de reciclagem/reutilização de materiais, $parteRec$ a percentagem do material consumido que foi recolhido para reciclagem ou reutilização e $PtsPoss$ os pontos possíveis na respetiva categoria. A pontuação dos campos das categorias de reciclagem/reutilização dos materiais dependem da introdução dos valores de consumo dos respetivos materiais. Como tal, estes campos serão automaticamente desativados se for selecionada a opção N/D nas categorias de consumo de materiais. Caso a UO não esteja inscrita no SILiAmb, deve ser selecionada a opção N/A e apenas serão avaliadas as categorias de consumo de materiais.

6.6.6 Transportes

A última página desta etapa de preenchimento é destinada à introdução das informações relativas à área dos Transportes. Esta área é visada pelas estratégias energéticas nacionais e internacionais como área com grande potencial de melhoria da EE. Nesta página são avaliadas quatro categorias: Consumo de Combustível, Mobilidade Suave, Rácio Lugares de Estacionamento Bicicletas vs. Carros e Estratégias para a Mobilidade Suave. A página é organizada em quatro quadros, cada um preparado para a avaliação de uma categoria.

Fig. 26 – Interface Gráfica do Barómetro – Área Transportes

No primeiro quadro é avaliada a categoria Consumo de Combustível. É requerido o preenchimento de dois campos, um com a quantidade de combustível consumido e outro com a distância total percorrida pela frota da UO no ano de registo. A linha de preenchimento do combustível consumido tem um campo de seleção da unidade de medida. Pode ser escolhida a unidade de energia, kWh, ou litros de gasolina ou gasóleo. Existe a possibilidade de ativar uma segunda linha de preenchimento para o caso de a UO

consumir dois tipos de combustíveis diferentes. O(s) consumo(s) de combustível inserido(s) é(são) internamente convertido(s) em unidade de energia, kWh, caso não seja(m) já introduzido(s) nesta unidade. Os fatores de conversão utilizados no Barómetro são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 – Fatores de conversão considerados no Barómetro

Combustível	Teor energético por volume kWh/l	Fonte de dados
Gasolina	8,89	D-L n.º 141/2010 (Anexo VIII)
Gasóleo	10,00	D-L n.º 141/2010 (Anexo VIII)

Com base no valor obtido e a distância total percorrida introduzida é calculado o indicador de EE desta categoria na unidade kWh/100km. Este indicador é comparado com o indicador de referência da categoria, obtido na página da definição da Baseline da UO, e é calculada a redução do consumo de combustível alcançada no ano de registo. A pontuação desta categoria é atribuída de acordo com a expressão (20).

$$Pts\ ConsCombust = redConsCombust / metaCombust \times Pts\ Poss, \quad (20)$$

$$com\ 0 \leq redConsCombust \leq metaCombust$$

em que *Pts ConsCombust* representa os pontos alcançados na categoria Consumo de Combustível, *redConsCombust* a redução do consumo obtida no ano de registo, *metaCombust* a meta anual de redução do consumo e *Pts Poss* os pontos possíveis na respetiva categoria. A meta anual de redução do consumo de combustível corresponde à meta anual de redução de energia definida no sub-capítulo 6.2.6.

No segundo quadro avalia-se a categoria Mobilidade Suave. Pretende-se através desta categoria recolher informação sobre a percentagem da população da UO que opta por transportes suaves. No âmbito deste Barómetro consideram-se transportes suaves os meios de transporte que não emitem gases com efeito de estufa, os transportes coletivos e a partilha de carros. É requerido o preenchimento de três campos, Alunos, Pessoal Docente e Funcionários, com a respetiva percentagem da população que opta por transportes suaves. Estes dados devem ser recolhidos anualmente pelas UO através de inquéritos digitais rápidos ou outros métodos que a Unidade disponha. A pontuação desta categoria tem em consideração a distribuição da população pelas três classes, Alunos, Pessoal Docente e Funcionários. Neste cálculo, o número de investigadores da Unidade insere-se na classe Pessoal Docente. A expressão $Pts\ Mob = \left(\frac{AlunosETI}{totalETI} mobSuaveA + \frac{DocentesETI}{TotalETI} mobSuaveD + \frac{FuncETI}{totalETI} mobSuaveF \right) \times PtsPoss$ (21) representa o método de cálculo da pontuação desta categoria

$$Pts\ Mob = \left(\frac{AlunosETI}{totalETI} mobSuaveA + \frac{DocentesETI}{TotalETI} mobSuaveD + \frac{FuncETI}{totalETI} mobSuaveF \right) \times PtsPoss \quad (21)$$

em que *Pts Mob* representa os pontos alcançados na categoria Mobilidade Suave, *AlunosETI*, *DocentesETI* e *FuncETI* o número de Alunos, Docentes e Investigadores, e Funcionários em unidades ETI, no ano de registo, *totalETI* o número total da população da UO em unidades ETI, no ano de registo, *mobSuaveA*, *mobSuaveD*, *mobSuaveF* as percentagens introduzidas em cada campo desta categoria e *PtsPoss* os pontos possíveis na respetiva categoria.

No terceiro quadro desta página pretende-se avaliar as condições de estacionamento para bicicletas. A avaliação é feita através do rácio lugares de estacionamento para bicicletas vs lugares de estacionamento para carros. As UO que obtiverem um rácio igual ou superior a um, recebem a pontuação máxima na categoria. A fórmula de cálculo da pontuação, representada pela expressão $Pts\ lugBicicletas = \frac{lugBicicletas}{médiaOcup \times lugCarros} \times PtsPoss$, com $\frac{lugBicicletas}{médiaOcup \times lugCarros} \leq 1$ (22), considera ainda o número médio de ocupantes por carro, que deve ser obtida através dos mesmos inquéritos ou métodos equivalentes utilizados na avaliação da categoria Mobilidade Suave.

$$Pts\ lugBicicletas = \frac{lugBicicletas}{médiaOcup \times lugCarros} \times PtsPoss, \quad com \frac{lugBicicletas}{médiaOcup \times lugCarros} \leq 1 \quad (22)$$

em que $Pts\ lugBicicletas$ representa os pontos alcançados na categoria Parque Estacionamento Bicicletas, $lugBicicletas$ o número de lugares de estacionamento para bicicletas na UO, $médiaOcup$ a ocupação média dos carros introduzida, $lugCarros$ o número de lugares de estacionamento para carros na UO e $PtsPoss$ os pontos possíveis da respetiva categoria.

Os dois primeiros quadros têm o critério de aplicabilidade, sendo possível excluir as categorias respetivas da avaliação se não estiverem disponíveis os dados requeridos ou se a categoria não se aplicar à UO. O terceiro quadro tem disponível a opção N/D se os dados necessários para o preenchimento não estiverem disponíveis.

No último quadro avalia-se a categoria Estratégias para a Mobilidade Suave. É apresentada uma lista com quatro estratégias típicas e é dada a possibilidade de introduzir uma quinta estratégia. Pretende-se que sejam selecionadas as medidas implementadas e/ou ativas no ano de registo. É atribuída a pontuação máxima nesta categoria às UO que selecionem três ou mais estratégias. Se não for escolhida nenhuma estratégia, a categoria não é avaliada. A expressão $Pts\ EstratégiasMob = \frac{n^o\ estratégias}{3} \times Pts\ Poss$, com $n^o\ estratégias \leq 3$ (23) representa o método de cálculo adotado para a pontuação desta categoria.

$$Pts\ EstratégiasMob = \frac{n^o\ estratégias}{3} \times Pts\ Poss, \quad com\ n^o\ estratégias \leq 3 \quad (23)$$

em que $Pts\ EstratégiasMob$ representa o número de pontos alcançados na categoria Estratégias para a Mobilidade Sustentável, $n^o\ estratégias$ o número de estratégias selecionadas e $Pts\ Poss$ os pontos possíveis para a categoria respetiva.

6.7 Classificação Final

Na etapa final do Barómetro são apresentados os principais resultados obtidos na avaliação da Eficiência Energética. A página está dividida nos seguintes quadros: Emissões CO₂, Principais Indicadores, Pontuação por Categorias, Nível de Desempenho Energético e resultado Global. A principal função desta página é apresentar um resumo dos resultados obtidos e exibir graficamente o desempenho energético da UO nas diversas categorias. Por baixo dos resultados são disponibilizados dois modos de gravação dos resultados, um detalhado, numa folha excel, com todos os *inputs* e *outputs* do registo e outro resumido, numa imagem em formato bitmap, que consiste na captura da imagem desta última etapa.

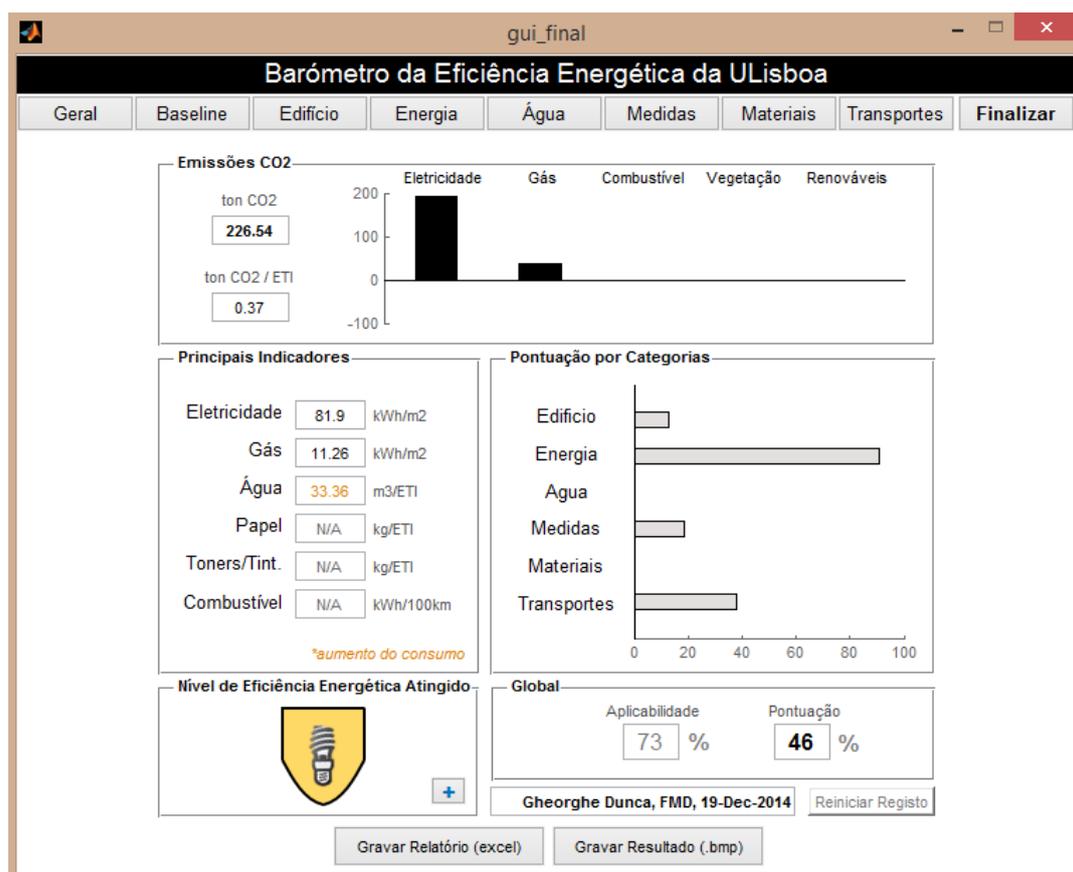


Fig. 27 – Resultado obtido no registo dos dados relativos à Faculdade de Medicina Dentária (FMD) do ano 2013

O primeiro quadro apresenta as emissões de CO₂ atmosférico associado ao funcionamento da UO no ano de registo. É apresentada a quantidade de CO₂ atmosférico emitido total e por unidade ETI, e ainda uma representação gráfica da distribuição dos fluxos de CO₂ associados ao funcionamento da UO no ano de registo. Para analisar os fluxos de CO₂ associados à UO foi necessário converter os valores de consumo de eletricidade, gás e combustível em emissões de CO₂ correspondentes, bem como a conversão das áreas vegetadas em CO₂ absorvido e a produção renovável em emissões de CO₂ evitadas. Os fatores utilizados nas conversões referidas podem ser consultados no Anexo X – Fatores de conversão. Os resultados apresentados neste quadro não fazem parte da avaliação da eficiência energética, apenas indicam a quantidade de CO₂ atmosférico associado à UO para eventuais comparações posteriores com outras UO ou para uma eventual evolução deste barómetro para um barómetro de sustentabilidade

No segundo quadro são apresentados os principais indicadores de consumo calculados para eventuais comparações entre as UO. Nos campos das categorias não aplicáveis à Unidade será exibida a expressão “N/A”. Se for verificado um aumento de consumo superior à margem percentual de variabilidade para uma determinada categoria, o indicador respetivo será exibido a vermelho.

No terceiro quadro é apresentado um gráfico de barras que representa a pontuação obtida em cada uma das áreas. A única área que pode ser totalmente não aplicável à UO é a área das medidas de redução. Se esta área não se aplicar à UO, o nome da área será exibido a cinzento e entre parênteses para indicar que a área não foi avaliada.

O desempenho energético global é avaliado com base na percentagem de pontos alcançados, relativamente à quantidade de pontos aplicáveis. Os pontos aplicáveis podem variar entre 70% e 100% dependendo dos campos com critério de aplicabilidade preenchidos. No quadro Global é exibida a pontuação global obtida e a aplicabilidade do Barómetro à UO no ano de registo.

Como já foi referido, a avaliação é sempre positiva, e por isso, a pontuação obtida deve ser interpretada como um indicador do progresso realizado na área da eficiência energética pela UO no ano de registo. Como tal, foram criados cinco patamares de desempenho energético para classificar o progresso efetuado pelas UO. Na Tabela 9 são apresentados os cinco patamares criados e o nível de desempenho que simbolizam. Os patamares são representados por escudos que cotêm ícones representativos da evolução da eficiência energética. Foram escolhidos ícones inspirados na tecnologia da iluminação, por ser uma tecnologia conhecida por toda a população e cuja evolução na eficiência energética é observada no dia-a-dia. O objetivo da utilização dos escudos para representar os níveis de eficiência obtidos é reforçar a ideia da avaliação positiva do Barómetro e evitar que pontuações medianas sejam interpretadas como fraco desempenho energético.

Tabela 9 – Patamares de desempenho energético e escudos representativos

Patamares de desempenho energético	Lanterna (patamar de base)	Incandescente	CFL	LED	Smart
Escudos representativos					
Pontuação mínima necessária	0 pontos	25 pontos	45 pontos	65 pontos	85 pontos

No quadro do nível de desempenho apenas é exibido o escudo representativo do nível de desempenho energético alcançado. Para saber mais sobre os patamares possíveis, existe à disposição do utilizador um botão “mais” que abre uma janela nova em que são exibidos todos os patamares possíveis, os pontos alcançados, os pontos aplicáveis à UO e os pontos em falta para atingir o patamar seguinte. Por fim, é sugerida uma medida possível para alcançar o patamar seguinte. A medida sugerida é calculada com base nos pontos necessários para alcançar o nível seguinte e com base nos pontos disponíveis nas categorias em que não se alcançou a pontuação máxima. Como exemplo, a Fig. 28 apresenta a sugestão exibida para o registo da FMD, relativamente a 2013.



Fig. 28 – Sugestão exibida para o registo da FMD, relativamente a 2013

7. Estrutura Técnica do Barómetro

A interface gráfica do Barómetro foi criada na plataforma de programação Matlab, com o auxílio da ferramenta GUIDE. O Barómetro é composto por dez páginas distintas, cada uma com um código individual. A navegação entre páginas é efetuada através dos botões no topo das páginas, que compõem uma barra de navegação comum a todas as páginas, com exceção da página inicial. A página inicial serve para identificar a UO cujo registo será efetuado e o ano ao qual dizem respeito os dados a introduzir. Com base nas escolhas efetuadas na página de início é efetuado o pré-preenchimento das duas páginas seguintes com os valores já conhecidos, nomeadamente as áreas da UO, o histórico de consumo e o histórico da população. Estes dados são lidos à partir de um ficheiro interno (BaselineFile.mat) que contém todos os valores conhecidos em relação às UO. As informações introduzidas nas páginas Geral e Baseline são essenciais para a correta avaliação das áreas analisadas. Por isso, é feita uma validação de todos os dados introduzidos nas páginas iniciais e as páginas seguintes apenas podem ser acessadas se as duas primeiras páginas forem devidamente submetidas. As informações introduzidas são gravadas num ficheiro temporário (output.mat), cada vez que se submete uma página, e podem ser importadas sempre que necessário nas páginas seguintes. Sempre que se alteram as informações das páginas iniciais, as páginas seguintes têm que ser submetidas novamente. Em cada página de preenchimento existe um botão para fazer *reset* da página, que repõe os valores iniciais da página, e um botão para reiniciar o registo, que remete para a página inicial e simultaneamente apaga todas as informações gravadas no ficheiro temporário, *output.mat*. Todos os fatores e parâmetros considerados no Barómetro são lidos à partir de um ficheiro interno (inputsFile.mat). A página final apenas pode ser acessada se todas as páginas anteriores forem corretamente submetidas. Quando as páginas são submetidas com sucesso é exibido um símbolo de validação ao lado do botão submeter. Por fim, à partir da página final podem ser criados dois ficheiros para gravar os resultados obtidos, um detalhado com todos os *inputs* e *outputs* do registo, em formato *excel*, e outro em formato de imagem (.bmp), com o resumo dos resultados apresentado na página final. Ainda na página final, é possível abrir uma janela extra com uma breve explicação do resultado obtido e uma sugestão para atingir o nível seguinte. Na Fig. 29 é representada graficamente a estrutura técnica do Barómetro.

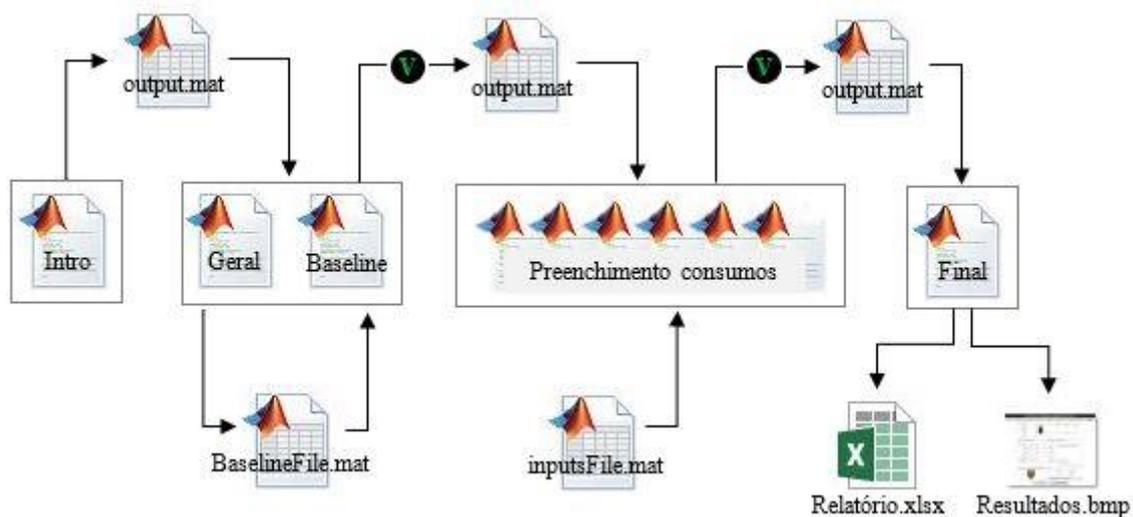


Fig. 29 – Esquema representativo da estrutura técnica do Barómetro

Os ficheiros apresentados na Fig. 29 compõem o projecto Matlab do Barómetro. Para ser possível a utilização do Barómetro sem conhecimento prévio ou instalação do *software* Matlab, o projeto foi compilado em formato executável (.exe) através do compilador MCR (Matlab Compiler Runtime). A versão executável do Barómetro engloba todos os ficheiros pertencentes ao projeto Matlab num único ficheiro. Para ser executado em computadores que não possuam o *software* Matlab é necessário instalar previamente o compilador MCR do Matlab. O compilador MCR é disponibilizado gratuitamente na página oficial do Matlab: <http://www.mathworks.com/products/compiler/mcr/>. Para atualizar os

parâmetros ou a base de dados do Barómetro, basta alterar os valores contidos nos ficheiros *inputsFile.mat* e *BaselineFile.mat* e re-compilar o projeto. Externamente ao projeto foi criado um código Matlab que permite atualizar os valores dos ficheiros de dados (.mat) à partir de ficheiros *excel*, facilitando a atualização dos valores. Este processo de atualização foi concebido para o gestor do Barómetro e não para o utilizador, pelo que, não faz parte da versão executável.

8. Casos de Estudo

Para estudar a aplicabilidade do método de avaliação implementado no Barómetro, efetuaram-se alguns testes com valores reais de UO da ULisboa. A primeira série de testes foi efetuada pelos representantes da Área de Sustentabilidade dos SPUL. Através dos testes efetuados foi possível identificar várias afinações possíveis, tanto ao método de avaliação como à interface gráfica. Após efetuadas todas as afinações identificadas na primeira série de testes, foi realizada uma segunda série de testes. As UO testadas foram a FD, a FL e a FMD e o ano de registo foi 2013. As UO foram escolhidas por apresentarem características de consumo distintas e pela disponibilidade da maior parte das informações de consumo requeridas no Barómetro. Na Tabela 10 são apresentados os principais resultados obtidos para as três UO avaliadas. Todos os dados utilizados nos testes são dados reais disponibilizados pelos SPUL com a exceção dos valores introduzidos nos campos da categoria Mobilidade Suave, que foram estimados, devido à ausência de informação sobre esta categoria, de modo a aumentar a aplicabilidade do Barómetro. A classificação energética da área certificada da FL também foi estimada porque, apesar de já terem sido feitas todas as análises para a elaboração do certificado, o relatório ainda não está disponível. A classificação foi estimada para metade da escala de classificação, a classe C. Todos os dados considerados nos testes podem ser consultados no Anexo XI.

Tabela 10 – Principais resultados obtidos no teste do Barómetro

UO	Aplicabilidade	Pontuação obtida	Redução do consumo de eletricidade	Redução do consumo de gás	Redução do consumo de água	Área certificada	Cobertura Plano de Manutenção
FD	72%	15%	-4,8%	-5,4%	2,2%	0%	94%
FL	80%	80%	8,9%	16,3%	39,2%	93%	100%
FMD	73%	46%	12,6%	2,5%	-21,9%	0%	60%

As pontuações obtidas nos testes são muito distintas entre as UO. Na Tabela 10 – Principais resultados obtidos no teste do Barómetro foram agregados os resultados obtidos nas categorias que se aplicam a todas as UO e que representam a maior parte dos pontos disponíveis, cerca de 60%. Tal como nos capítulos anteriores, os valores percentuais positivos representam reduções de consumo e os valores negativos representam aumentos. Ao analisar os resultados apresentados na tabela, é possível perceber as causas da disparidade de pontuações obtidas.

A UO com a pontuação mais baixa, a FD, com 15%, apresenta aumentos de consumo na ordem dos 5%, tanto na eletricidade como no gás, e não tem áreas certificadas energeticamente. Sendo as áreas de Energia e Edifício as áreas com maior ponderação, a pontuação final foi fortemente condicionada. A falta de registo das categorias com critério de aplicabilidade contribuem ainda para o aumento do peso relativo das áreas de Energia e Edifício no cálculo da pontuação final. Na Fig. 30 é apresentada a página final obtida no teste do Barómetro para a FD.

No outro extremo encontra-se a FL, com uma pontuação de 80%, que apresenta reduções significativas em todos os consumos avaliados, possui praticamente a totalidade da área certificada energeticamente, produz energia renovável, e implementou uma medida de redução do consumo de gás, com uma poupança estimada em cerca de 23% do consumo atual de gás. Esta UO apresenta um desempenho notável em quase todas as categorias avaliadas. A pontuação de apenas 80% deve-se principalmente à ausência de registo dos dados de consumo de materiais e devido à fraca avaliação na categoria transportes. A pontuação da área Edifícios, apesar da certificação energética e cobertura total dos planos de manutenção, é de apenas 75%, devido à classificação energética mediana considerada. Na Fig. 31 é apresentada a página final obtida no teste do Barómetro para a FL.

Por fim, o teste efetuado à FMD resultou numa pontuação final de 46%. À semelhança da FD, não apresenta registos para a maior parte das categorias com critério de aplicabilidade e não possui áreas certificadas. No entanto, a redução significativa no consumo de eletricidade e gás confere-lhe uma pontuação superior. Na Fig. 32 é apresentada a página final obtida no teste do Barómetro para a FMD.

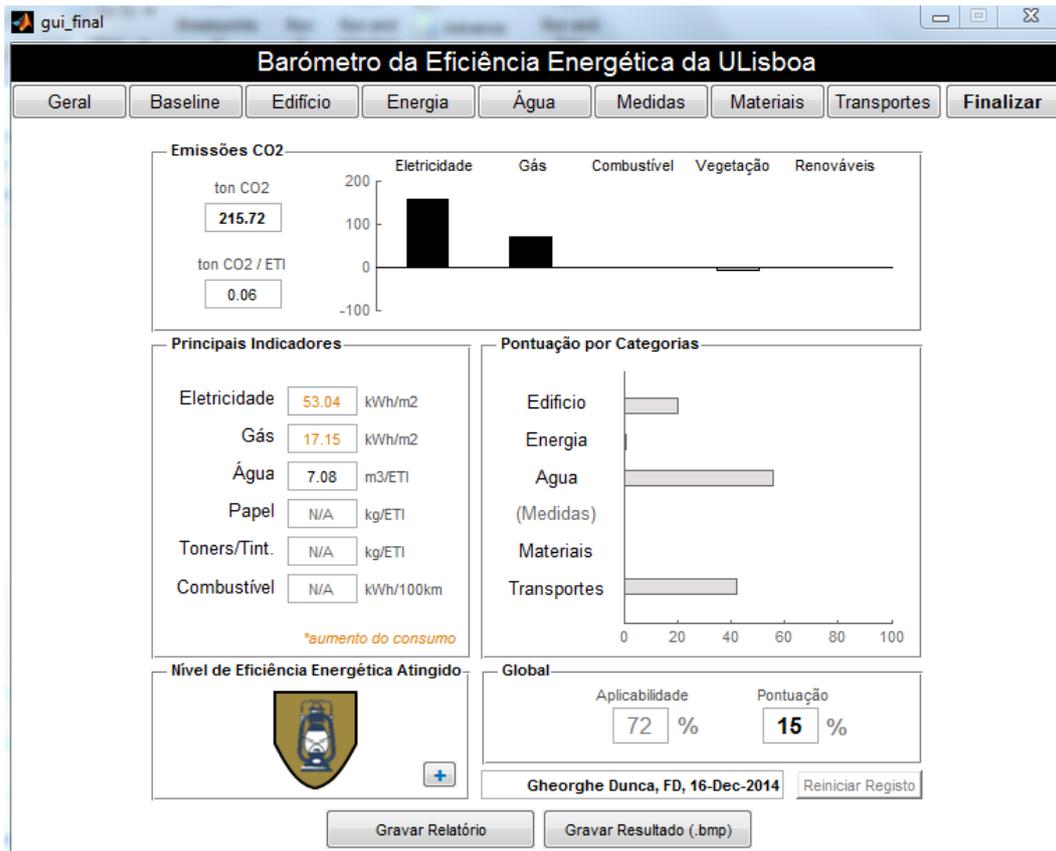


Fig. 30 – Resultado obtido no Barómetro para a FD no ano 2013

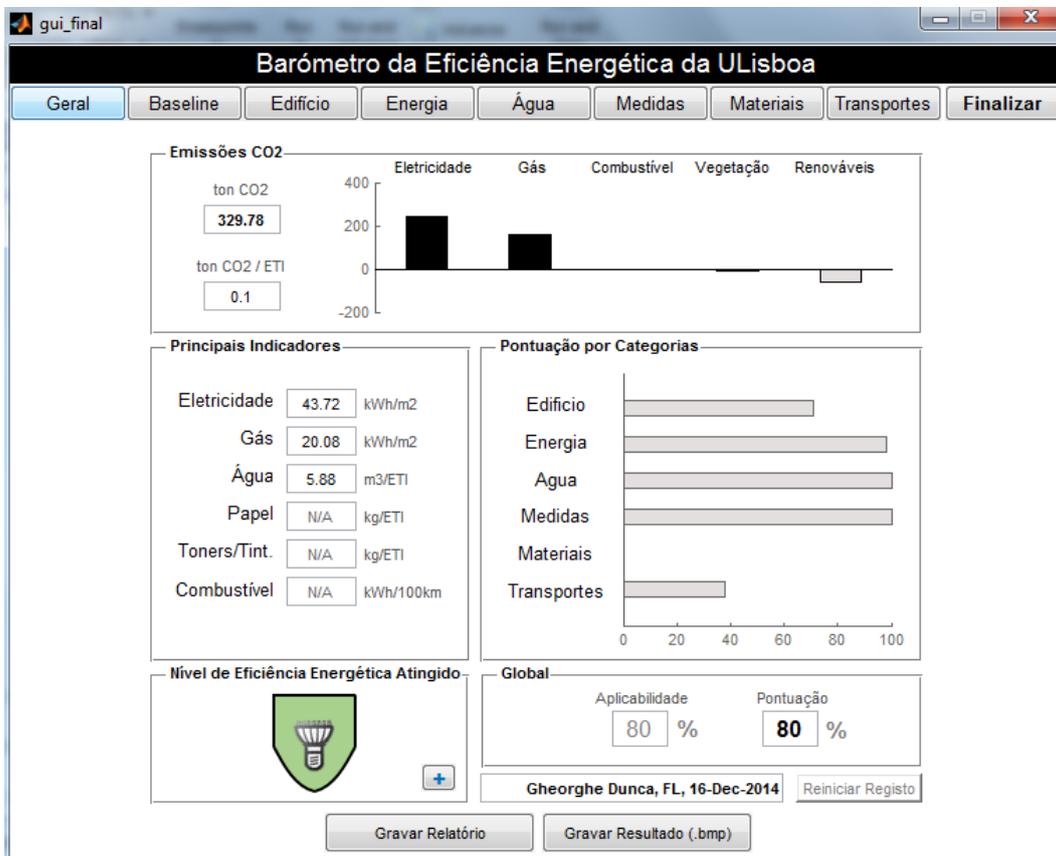


Fig. 31 – Resultado obtido no Barómetro para a FL no ano 2013

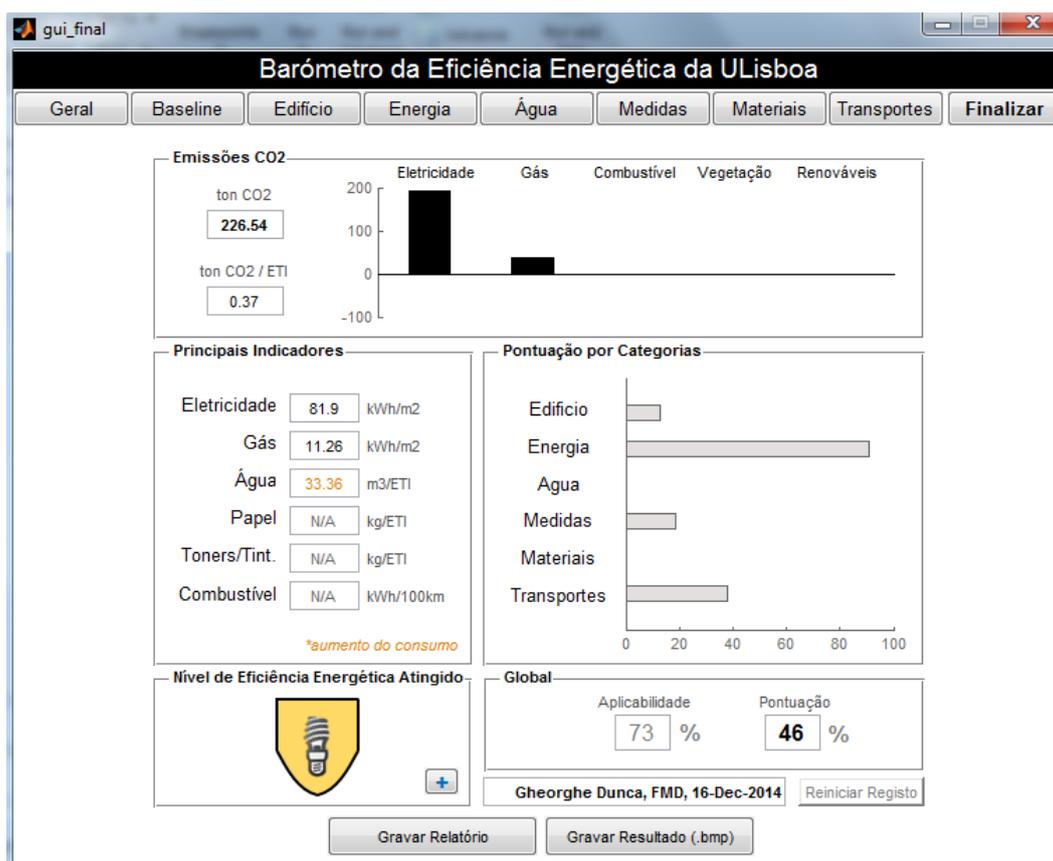


Fig. 32 – Resultado obtido no Barómetro para a FMD no ano 2013

8.1 Comparabilidade dos indicadores

Através dos indicadores calculados para as três UO analisadas nos casos de estudo é possível comparar a intensidade de consumo de energia e água entre as Unidades. O indicador de eficiência energética definido para a categoria eletricidade é unidade de energia, kWh, por unidade de área ajustada, m². Devido à falta de informação sobre as tipologias das áreas que compõem cada UO, as áreas CIE com consumo intensivo de energia foram consideradas nulas em todas as UO, pelo que, a área ajustada foi definida apenas pela área útil de cada Unidade. Deste modo, registou-se um valor significativamente superior no indicador de eletricidade da FMD em relação às restantes UO, devido aos espaços CIE da FMD não contabilizados no cálculo da área ajustada. Os indicadores calculados para a FD e a FL, devido à semelhança no tipo de atividades desenvolvidas, nomeadamente ciências sociais, não diferem significativamente. O valor elevado do indicador de consumo de água registado para a FMD reflete um uso de água mais intensivo em relação às outras UO. No entanto, o aumento registado de cerca de 22% para este consumo, em relação ao indicador de referência, pode indicar alterações na utilização de água ou possíveis perdas. O indicador criado para as emissões também indica o nível de intensidade de consumo de energia, registando-se um valor cerca de 4 vezes superior para a FMD em relação às outras UO.

Tabela 11 – Indicadores criados para as principais categorias avaliadas nos casos de estudo

Categoria	Indicador	FD	FL	FMD
Eletricidade	kWh/m ²	53,04	43,72	81,90
Gás	kWh/m ²	17,15	20,08	11,26
Água	m ³ /ETI	7,08	5,88	33,36
Emissões	ton CO ₂ /ETI	0,06	0,10	0,37

8.2 Análise de sensibilidade das pontuações

Neste sub-capítulo será analisada a sensibilidade das pontuações à variação dos parâmetros de avaliação considerados. Os principais parâmetros que influenciam a avaliação do desempenho energético são a ponderação das categorias e as metas de redução. Para a análise da influência da ponderação foram consideradas duas variantes da ponderação padrão e foram realizados os testes apresentados no sub-capítulo anterior para cada variante de ponderação. Foi considerada uma ponderação quase homogénea e uma heterogénea, com elevada ponderação atribuída às categorias de consumo de energia e água. Na Tabela 12 são apresentadas as variantes de ponderação consideradas.

Tabela 12 – Variantes de ponderação consideradas na análise de sensibilidade.

Áreas	Ponderação homogénea	Ponderação padrão	Ponderação heterogénea
Edifício	25%	25%	15%
Energia	30%	37%	46%
Água	12%	8%	15%
Medidas	8%	9%	12%
Materiais	15%	10%	5%
Transportes	15%	12%	10%

Na Fig. 33 são apresentados os resultados da análise de sensibilidade obtidos. Observa-se que para a variante mais homogénea da ponderação, as pontuações das UO em análise são menos díspares, devido à diminuição do peso relativo atribuído aos consumos de energia. A redução significativa da pontuação da FMD para a variante homogénea da ponderação deve-se principalmente ao aumento da ponderação da categoria água, categoria na qual apresenta um significativo aumento de consumo e para a qual apresenta uma medida de redução de consumo com uma poupança estimada de apenas 0,5% do consumo atual. No caso da variante mais heterogénea da ponderação, a diferença de pontuação entre as UO é acentuada, beneficiando as UO que apresentam reduções de consumo de energia e água e penalizando as UO que apresentam aumentos.

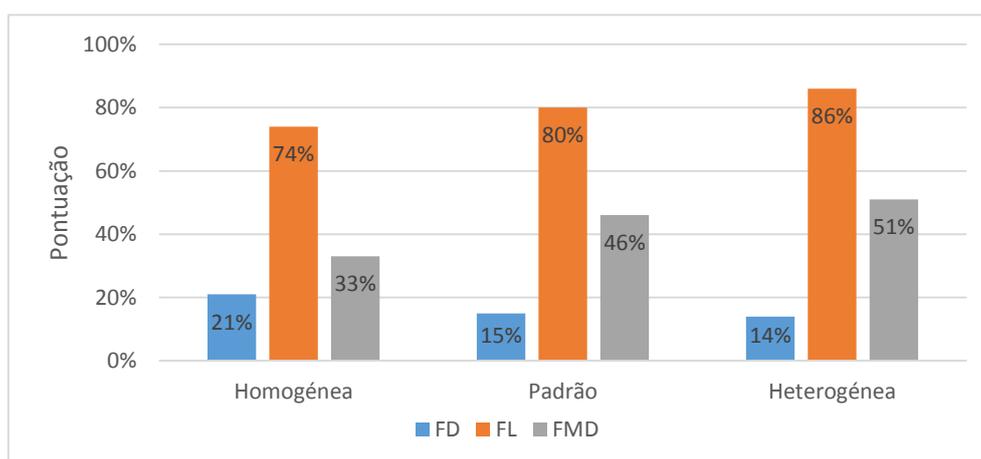


Fig. 33 – Resultados da análise de sensibilidade das pontuações à variações da ponderação das categorias

As metas de redução são determinantes na avaliação da evolução dos consumos. No entanto, a correta aplicação das metas de redução no método de avaliação depende da definição da margem de variabilidade (*mvar*) considerada. No Barómetro, a margem de variabilidade foi definida como metade do valor da variabilidade média de cada tipo de consumo nas UO da ULisboa. Para analisar a influência deste parâmetro foram consideradas duas definições adicionais da margem de variabilidade, uma mais restrita, correspondendo à um terço da variabilidade média e outra mais ampla, correspondendo à dois

terços da variabilidade média de cada tipo de consumo. As três definições da margem de variabilidade consideradas representam três escalas de avaliação distintas, com diferentes amplitudes de variação de consumo avaliadas. Na tabela 12 são apresentadas as escalas de avaliação da evolução do consumo obtidas para cada consumo através das três definições de margem de variabilidade consideradas e mantendo as metas de redução definidas no sub-capítulo 6.2.6. Os testes foram realizados novamente, com os dados das mesmas UO analisadas acima, para cada escala de avaliação da evolução do consumo considerada.

Tabela 13 – Escalas de avaliação da evolução dos consumos analisadas

Tipo de Consumo	Margem var.: 1/3 da variabilidade média		Margem var.: 1/2 da variabilidade média		Margem var.: 2/3 da variabilidade média	
	Lim. inferior	Lim. superior	Lim. inferior	Lim. superior	Lim. inferior	Lim. superior
Eletricidade	-1,2%	4,2%	-1,8%	4,8%	-2,4%	5,4%
Gás	-4,0%	7,0%	-6,0%	9,0%	-8,0%	11,0%
Água	-1,9%	5,1%	-2,8%	6,0%	-3,7%	6,9%

Na Fig. 34 podemos observar os resultados obtidos na análise de sensibilidade deste parâmetro. Não se verificaram variações acentuadas nas pontuações das três UO avaliadas. O parâmetro analisado afeta apenas a pontuação das categorias de consumo de eletricidade, gás e água. A pontuação da categoria com maior ponderação, o consumo de eletricidade, não foi alterada em nenhuma das UO devido às variações de consumo superiores aos limites definidos para as escalas de avaliação analisadas. No caso da FD verificou-se um ligeiro aumento da pontuação com o aumento das escalas de avaliação. Este aumento deve-se principalmente à avaliação da evolução do consumo de gás, que aumentou 5,4% em relação ao consumo de referência definido na *baseline* da FD. Na escala de avaliação mais restrita, o aumento do consumo de gás excede o limite inferior e a categoria é classificada com zero pontos. Nas escalas mais amplas, o aumento verificado já é abrangido pela escala de avaliação e a pontuação aumenta ligeiramente. No caso da FMD, verifica-se uma redução na pontuação com o aumento da escala de avaliação. Esta redução deve-se à redução do consumo de gás, de 2,5%, em relação ao consumo de referência definido na *baseline* da FMD. Com o aumento da amplitude da escala de avaliação, a importância da redução alcançada para a pontuação da respetiva categoria é reduzida. A pontuação da FL não é alterada em nenhuma das variações das escalas de avaliação porque apresenta variações superiores aos limites das escalas de avaliação em todas as categorias.

Conclui-se que o aumento da escala de avaliação, através do aumento das margens de variabilidade, permite atribuir mais pontos às categorias que apresentam aumentos de consumo dentro dos limites da escala e reduz ligeiramente a pontuação das categorias que apresentam reduções dentro dos limites da escala de avaliação. O parâmetro margem de variabilidade tem influência na pontuação das variações de consumo dentro da escala de avaliação. Devido às acentuadas variações de consumo verificadas nas UO analisadas, a influência deste parâmetro na pontuação foi muito reduzida. Através de futuros testes a um maior número de UO, poderá ser analisada melhor a sensibilidade das pontuações à variação das escalas de avaliação de consumos.

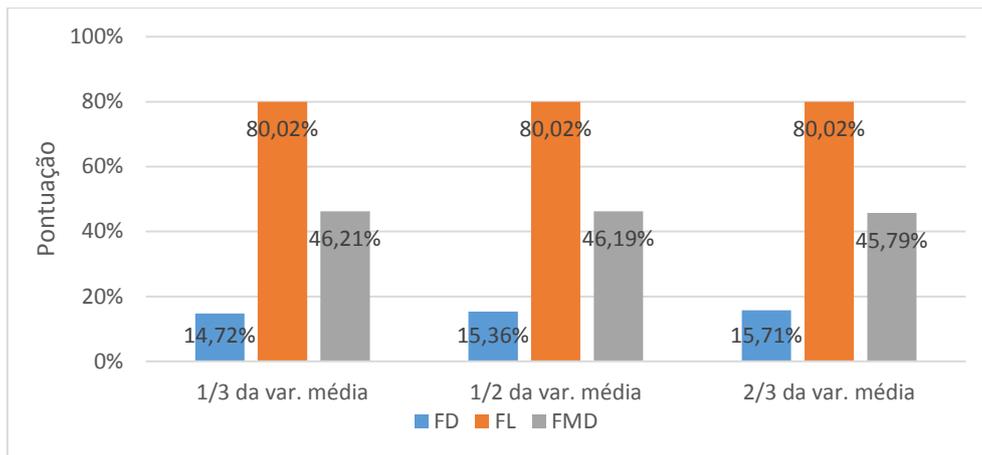


Fig. 34 – Resultados da análise de sensibilidade das pontuações à variações das escalas de avaliação da evolução dos consumos

9. Trabalhos futuros

Devido à diversidade de fatores que se devem analisar para avaliar corretamente a eficiência energética de uma Unidade Orgânica, o método de avaliação deve abranger uma larga quantidade de categorias e deve ter uma base evolutiva, acompanhando o desenvolvimento das UO. Através dos casos de estudo analisados foi possível testar o funcionamento do Barómetro e identificar, em conjunto com os representantes da Área de Sustentabilidade, alguns pontos com potencial de melhoria. Estes pontos foram identificados em três níveis: ao nível do método de avaliação, ao nível da adaptabilidade à realidade da ULisboa e ao nível da Interface Gráfica do Barómetro.

Ao nível do método, um dos aspetos a melhorar é a definição dos fatores climáticos. Deve ser estudada mais em detalhe a relação entre os consumos de gás e água com as condições climáticas, considerando dados climáticos locais, nomeadamente os fornecidos pelo Instituto Dom Luiz que mantém um conjunto de estações meteorológicas na zona da Cidade Universitária e em outras zonas da cidade. Desta forma será possível compreender melhor a variabilidade anual acentuada dos consumos de gás e de água e definir parâmetros de avaliação melhor ajustados aos consumos respetivos. Na área das medidas, é possível desenvolver mais o método de avaliação, considerando, além da poupança estimada, a percentagem de área abrangida pela medida, valorizando as medidas que são implementadas na totalidade do espaço da UO. Outro aspeto a ser trabalhado é a uniformização das informações sobre os modos de mobilidade adotados pela população através de um inquérito digital *online* comum, facilmente disponível para a população. Com o preenchimento destes inquéritos pretende-se obter dados sobre os meios de transporte utilizados pela população para se deslocar à UO e o número médio de ocupantes dos carros, no caso das pessoas que utilizam o carro como meio de transporte habitual.

Ao nível da adaptabilidade à ULisboa, é necessário agregar mais informação sobre as UO para ser possível afinar os parâmetros de avaliação considerados e deste modo, ajustar o método de avaliação o mais possível à realidade da ULisboa. Nesta fase de desenvolvimento, o Barómetro apenas abrange as Escolas e os Institutos da ULisboa. Com maior quantidade de informação disponível será possível adaptar o método de avaliação aos tipos de UO não contemplados pela atual versão do Barómetro: refeitórios, residências, museus e complexo desportivo. A Interface do Barómetro foi concebida para avaliar todos os tipos de UO. No entanto, apenas é permitido o preenchimento do tipo de UO Escola/Instituto devido à necessidade de adaptar alguns dos parâmetros às especificidades das restantes UO. O principal parâmetro a adaptar nas restantes categorias é a população das UO que poderá ser definida em função do número de visitantes, no caso dos museus, número de refeições vendidas, no caso dos refeitórios ou número de moradores, no caso das residências. No caso do complexo desportivo, além da definição da população, devem ser considerados os eventos desportivos e as características de consumo dos diversos tipos de pavilhões que compõem o complexo desportivo.

Por fim, ao nível da Interface Gráfica, é possível facilitar ainda mais o preenchimento do Barómetro através da criação de um mecanismo que permita a gravação do preenchimento efetuado até um certo ponto num ficheiro externo e o carregamento posterior deste para continuar o registo. Este mecanismo possibilitaria o preenchimento faseado do Barómetro pelos departamentos da UO que melhor conhecem cada aspeto avaliado. Outro desenvolvimento possível é a ligação do Barómetro à página *web* oficial da Universidade, permitindo o preenchimento *online* e, eventualmente, a atualização automática de alguns parâmetros através da conexão a outras bases de dados, como é o caso dos fatores climáticos, que poderão ser atualizados automaticamente em função dos dados meteorológicos publicados diariamente pelo Instituto Dom Luiz.

9.1 Recomendações

Neste sub-capítulo serão discutidas algumas recomendações de utilização da ferramenta criada. A principal capacidade do Barómetro é a recolha de informação relativa ao desempenho energético das UO e a criação de indicadores de eficiência energética comuns. Através dos indicadores calculados e da pontuação final obtida é possível comparar o desempenho energético das UO da ULisboa. De modo a promover o desenvolvimento da EE e estimular a competição entre as UO, os indicadores de eficiência energética criados podem ser publicados, à semelhança do previsto para o Barómetro ECO.AP, sob a

forma de *rankings* globais ou por categorias. É possível ainda destacar as UO com melhor desempenho através da criação de *Top's* das três ou mais UO melhor classificadas globalmente ou por categorias.

A publicação de *rankings* anuais pode ainda ser utilizada como meio de incentivo do cumprimento das diretrizes nacionais para a eficiência energética, como por exemplo a certificação energética dos edifícios e a monitorização da reciclagem dos materiais através da inscrição na plataforma SILiAmb da Agência Portuguesa do Ambiente.

Para reforçar a competição entre as UO e o conseqüente desenvolvimento da eficiência energética poderá ser criado um guia para a eficiência energética na ULisboa e poderão ser atribuídos prémios anuais para as UO com melhor desempenho, à semelhança do previsto no PNAEE 2016 para o reforço do Barómetro ECO.AP.

Após a devida validação do Barómetro criado, ao nível da Universidade, através de testes efetuados pelas próprias UO, com total conhecimento dos consumos da Unidade, será possível desenvolver uma versão generalizada do Barómetro, adaptável à qualquer Universidade nacional através do ajuste dos parâmetros considerados.

Por fim, o Barómetro criado poderá evoluir para um barómetro de sustentabilidade, abrangendo um conjunto mais diverso de categorias, incluindo a monitorização e avaliação dos resíduos, da emissão de gases com efeito de estufa, da qualidade do ar interior ou de outros indicadores de sustentabilidade.

10. Conclusão

Do trabalho realizado no âmbito desta tese de mestrado resultou uma ferramenta funcional, de simples utilização e concebida para monitorizar e avaliar o desempenho energético das Escolas e Institutos da ULisboa. O Barómetro de Eficiência Energética criado, na versão executável atual, está preparado para a realização de testes de adaptabilidade às diversas Escolas e Institutos da ULisboa.

O método de avaliação desenvolvido foi baseado nos métodos adotados pelos Barómetros de Eficiência Energética e Sustentabilidade existentes e foi adaptado à realidade da ULisboa através de discussões regulares com os representantes da Área de Sustentabilidade dos SPUL sobre a seleção das áreas e consumos a avaliar no Barómetro, bem como sobre a ponderação das categorias avaliadas no cálculo da pontuação final.

Os principais aspetos do Barómetro desenvolvido baseados no Barómetro ECO.AP são as áreas avaliadas, os indicadores de eficiência energética e, em parte, a ponderação das categorias avaliadas. O sistema STARS serviu de base para o desenvolvimento do método de avaliação do Barómetro, devido ao significativo desenvolvimento deste sistema no contexto universitário. Os principais conceitos do Barómetro baseados no sistema STARS são: a aplicabilidade, a *baseline*, as metas de redução, a área ajustada e a unidade ETI. Ao longo do desenvolvimento do método de avaliação, os conceitos foram modificados parcialmente, de modo a adaptá-los à realidade da ULisboa. Através da análise dos consumos da Universidade foi identificada a necessidade de criar parâmetros de adaptabilidade do método de avaliação aos tipos de consumo verificados na ULisboa. Assim, foi criado o conceito de margem de variabilidade para tornar a avaliação da evolução dos consumos mais flexível e os fatores climáticos, para adaptar as metas de redução de consumo às condições climáticas no ano de registo.

Após concluída a Interface Gráfica do Barómetro, foram efetuados alguns testes com dados reais de UO da ULisboa, na Área de Sustentabilidade dos SPUL. Estes testes contribuíram para a afinação dos parâmetros do método de avaliação e para a identificação de oportunidades de melhoria da Interface. Os testes foram então repetidos, após afinados os parâmetros, e fez-se uma análise de sensibilidade da pontuação final à variação dos principais parâmetros que influenciam a classificação do desempenho energético. Foi possível concluir que a ponderação das categorias tem uma influência significativa na pontuação final do desempenho energético, principalmente nos casos de estudo analisados, em que algumas áreas, como as áreas dos Materiais e dos Transportes, têm reduzida informação disponível. A influência da variação da definição da margem de variabilidade também influencia a pontuação final, pelo facto de avaliar uma escala maior ou menor de variações de consumo. A influência da variação deste fator nos casos de estudo foi muito reduzida devido às variações acentuadas verificadas na maior parte das categorias, ultrapassando os limites das escalas de avaliação. Com uma maior quantidade de informação disponível será possível estudar melhor a influência da variação deste parâmetro na pontuação.

As pontuações obtidas pelas três UO consideradas nos casos de estudo, apesar de díspares, refletem o desempenho energético no ano de registo. Devido à escassez de informação em algumas áreas avaliadas, a avaliação da evolução dos consumos foi determinante na pontuação atribuída. As variações de consumo acentuadas, verificadas na maior parte das categorias avaliadas, ultrapassaram os limites das escalas de avaliação de consumo definidas e foram a principal causa da disparidade de pontuações obtida. Apenas com a realização de mais casos de estudo será possível concluir se as escalas de avaliação e as metas de redução deverão ser reajustadas ou se a disparidade de pontuações obtida se deve apenas às variações de consumo superiores à média, apresentadas em algumas categorias analisadas. Apesar da avaliação extrema do consumo de energia, a UO com melhor desempenho, a FL, não atingiu o patamar mais elevado de eficiência energética. O principal fator que limita a pontuação desta UO é a falta da informação requerida nas categorias dos consumos de materiais e transportes e a classificação mediana obtida no certificado energético, pelo que, a pontuação obtida sublinha a necessidade de esforços nesses sentidos. A categoria da classificação energética dos edifícios certificados é uma das categorias com maior ponderação e uma das mais difíceis de alcançar uma pontuação elevada, devido à definição exponencial da pontuação. O objetivo desta definição para a pontuação da classificação energética, bem como da duplicação das metas de redução de consumo de referência, é elevar o nível de exigência do Barómetro, de modo a incentivar o desenvolvimento contínuo da eficiência energética nas UO.

Por fim, os patamares de eficiência energética definidos e a representação simbólica dos mesmos, tal como no sistema STARS, foram criados para reforçar a avaliação positiva do Barómetro e a ideia de que qualquer pontuação obtida, superior a zero, indica uma evolução, mais ou menos significativa, no desempenho energético.

11. Referências Bibliográficas

- AASHE. (2014). *Stars Technical Manual - version 2.0*. Colorado: AASHE.
- ADENE. (18 de Novembro de 2014). *Barómetro - ECOAP*. Obtido de ECOAP: <http://ecoap.adene.pt/barometro>
- Amaral, A. (2014). *Consumo de Energia e Água 2012/2013 Universidade de Lisboa (ex-UL)*. Lisboa: Universidade de Lisboa - Área da Sustentabilidade.
- Comissão Europeia. (2011). *Energy Efficiency Plan*. Brussels: European Commission.
- Comissão Europeia. (2013). Guia do Utilizador EMAS. *Jornal Oficial da União Europeia*, L 76/1-39.
- Comissão Europeia. (4 de Novembro de 2014). *Action Plan for energy efficiency (2000-2006)*. Obtido de EUR-Lex Acces to European Union law: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:l27033>
- Comissão Europeia. (4 de Novembro de 2014). *Energy efficiency: towards a strategy for the rational use of energy*. Obtido de EUR-Lex Acces to European Union law: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=URISERV:l27025&from=EN>
- Comissão Europeia. (2014). *Estado atual da estratégia Europa 2020 para um crescimento inteligente, sustentável e inclusivo*. Bruxelas: Comissão Europeia.
- Comissão Europeia. (4 de Novembro de 2014). *Green Paper on energy efficiency*. Obtido de Eur_Lex Acces to European Union law: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:l27061>
- DGEG ADENE, A. (2013). *ECO.AP - Barómetro da Eficiência Energética na Administração Pública*. ECO.AP.
- DGEG, D. R. (2014). *Eficiência Energética – Situação Nacional*. Coimbra: DGEG.
- DGES. (13 de Novembro de 2014). *DGES - ECTS*. Obtido de DGES - Direção Geral do Ensino Superior: <http://www.dges.mctes.pt/DGES/pt/Estudantes/Processo+de+Bolonha/Objectivos/ECTS/>
- Diário da República. (31 de Dezembro de 2010). Decreto-Lei n.º 141/2010. *Diário da República*, pp. 6097-6098.
- Diário da República. (25 de Novembro de 2010). Resolução do Conselho de Ministros n.º 29/2010. *Diário da República*, pp. 1294-1295.
- Diário da República. (10 de Abril de 2013). Resolução do Conselho de Ministros n.º 20/2013. *Diário da República*, pp. 2022-2091.
- ECOCHOICE. (2012). *Relatório RSECE - FCUL - Edifício C1*. Lisboa: ECOCHOICE.

- ECOCHOICE. (2012). *Relatório RSECE - FCUL - Edifício C2*. Lisboa.
- ECOCHOICE. (2012). *Relatório RSECE - FCUL - Edifício C4*. Lisboa.
- ECOCHOICE. (2012). *Relatório RSECE - FPIE*. Lisboa.
- ECOCHOICE. (2013). *Relatório RSECE - UL - Edifício da Cantina I*. Lisboa: ECOCHOICE.
- EPAL. (2014). *WONE - Otimizar a Gestão de Redes e o Controlo de Perdas de Água*. Lisboa: EPAL.
- ERSAR, E. R. (2013). *ÁGUA NÃO FATURADA NOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO*. Lisboa: ERSAR.
- GRI. (2013). *Sustainability Reporting Guidelines G4*. GRI.
- Hanley, N., McGregor, P. G., Swales, J. K., & Turner, K. (2008). *Do increases in energy efficiency improve environmental quality and sustainability?* ScienceDirect.
- IEA. (2007). *Oil Supply Security*. Paris: International Energy Agency.
- IEA. (2014). *Energy Efficiency Market Report*. IEA.
- IEA. (2014). *Key World Energy Statistics*. International Energy Agency.
- IPCC. (2007). *Climate Change 2007: Synthesis Report*. Valencia: IPCC.
- IPCC. (2014). *Mitigation of Climate Change*. New York: Cambridge University Press.
- IPMA. (2014). Inverno 2013-2014. *Boletim Climatológico Sazonal*.
- IPMA. (2014). Verão 2014. *Boletim Climatológico Sazonal*.
- Kostic, M. M. (2007). Energy: Global and Historical Background. *Encyclopedia of Energy Engineering*
DOI:10.1081/E-EEE-120042341.
- Lisboa e-Nova. (2008). *Estratégia Energético-Ambiental para LISBOA*. Lisboa: Lisboa e-Nova.
- Lozano, R. (2010). *The state of sustainability reporting in universities*. Leeds: International Journal of Sustainability in Higher Education.
- MacKay, D. J. (2008). *Sustainable Energy - without the hot air*. UIT Cambridge.
- Netherlands Environmental Assessment Agency. (2006). *History database of the global environment*.
Netherlands Environmental Assessment Agency.
- Reitoria da Universidade de Lisboa. (2013). *Universidade de Lisboa em números 2011/2012*. Lisboa: Universidade de Lisboa.
- Reitoria da Universidade do Minho. (2011). *Relatório de Sustentabilidade*. Minho: Universidade do Minho.

SCE. (23 de Novembro de 2014). *Certificação de Edifícios*. Obtido de ADENE - Agência para a energia:
<http://www.adene.pt/sce/textofaqs/certificacao-de-edificios>

Smil, V. (2004). World History and Energy. *Encyclopedia of Energy, Volume 6*.

UN. (2 de Novembro de 2014). *2014 Climate Change Summary*. Obtido de UN:
<http://www.un.org/climatechange/summit/2014/09/2014-climate-change-summary-chairs-summary/>

UNFCCC. (2 de Novembro de 2014). *Essential Background*. Obtido de UNFCCC:
http://unfccc.int/essential_background/items/6031.php

Universidade de Lisboa, P. d. (2014). *Plano de Ação para 2014-17*. Universidade de Lisboa.

12. Anexos

Anexo I – Estrutura Sistema STARS

1. ACADEMICS			
Curriculum <i>40 points available</i>	AC 1	Academic Courses	14
	AC 2	Learning Outcomes*	8
	AC 3	Undergraduate Program*	3
	AC 4	Graduate Program*	3
	AC 5	Immersive Experience*	2
	AC 6	Sustainability Literacy Assessment	4
	AC 7	Incentives for Developing Courses	2
	AC 8	Campus as a Living Laboratory*	4
Research <i>18 points available</i>	AC 9	Academic Research*	12
	AC 10	Support for Research*	4
	AC 11	Access to Research*	2
2. ENGAGEMENT			
Campus Engagement <i>20 points available</i>	EN 1	Student Educators Program	4
	EN 2	Student Orientation*	2
	EN 3	Student Life	2
	EN 4	Outreach Materials and Publications	2
	EN 5	Outreach Campaign	4
	EN 6	Employee Educators Program	3
	EN 7	Employee Orientation	1
	EN 8	Staff Professional Development	2
Public Engagement <i>22 points available</i>	EN 9	Community Partnerships	3
	EN 10	Inter-Campus Collaboration	2
	EN 11	Continuing Education*	5
	EN 12	Community Service	5
	EN 13	Community Stakeholder Engagement	2
	EN 14	Participation in Public Policy	2
	EN 15	Trademark Licensing*	2
	EN 16	Hospital Network*	1
3. OPERATIONS			
Air & Climate <i>11 points available</i>	OP 1	Greenhouse Gas Emissions	10
	OP 2	Outdoor Air Quality	1
Buildings <i>8 points available</i>	OP 3	Building Operations and Maintenance*	4
	OP 4	Building Design and Construction*	3
	OP 5	Indoor Air Quality	1
Dining Services <i>7 points available</i>	OP 6	Food and Beverage Purchasing*	4
	OP 7	Low Impact Dining*	3
Energy <i>10 points available</i>	OP 8	Building Energy Consumption	6
	OP 9	Clean and Renewable Energy	4

(Tabela continua na próxima página)

Grounds <i>3-4 points available</i>	OP 10	Landscape Management*	2
	OP 11	Biodiversity*	1-2
Purchasing <i>6 points available</i>	OP 12	Electronics Purchasing	1
	OP 13	Cleaning Product Purchasing	1
	OP 14	Office Paper Purchasing	1
	OP 15	Inclusive and Local Purchasing	1
	OP 16	Life Cycle Cost Analysis	1
	OP 17	Guidelines for Business Partners	1
Transportation <i>7 points available</i>	OP 18	Campus Fleet*	1
	OP 19	Student Commute Modal Split*	2
	OP 20	Employee Commute Modal Split	2
	OP 21	Support for Sustainable Transportation	2
Waste <i>10 points available</i>	OP 22	Waste Minimization	5
	OP 23	Waste Diversion	3
	OP 24	Construction and Demolition Waste Diversion*	1
	OP 25	Hazardous Waste Management	1
Water <i>5-9 points available</i>	OP 26	Water Use	2-6
	OP 27	Rainwater Management	2
	OP 28	Wastewater Management	1
4. PLANNING & ADMINISTRATION			
Coordination, Planning & Governance <i>8 points available</i>	PA 1	Sustainability Coordination	1
	PA 2	Sustainability Planning	4
	PA 3	Governance	3
Diversity & Affordability <i>10 points available</i>	PA 4	Diversity and Equity Coordination	2
	PA 5	Assessing Diversity and Equity	1
	PA 6	Support for Underrepresented Groups	2
	PA 7	Support for Future Faculty Diversity	1
	PA 8	Affordability and Access	4
Health, Wellbeing & Work <i>7 points available</i>	PA 9	Employee Compensation	3
	PA 10	Assessing Employee Satisfaction	1
	PA 11	Wellness Program	1
Investment <i>7 points available</i>	PA 12	Workplace Health and Safety	2
	PA 13	Committee on Investor Responsibility*	2
	PA 14	Sustainable Investment*	4
	PA 15	Investment Disclosure*	1
5. INNOVATION			
Innovation <i>4 points available</i>	IN 1	Innovation Credit 1	1
	IN 2	Innovation Credit 2	1
	IN 3	Innovation Credit 3	1
	IN 4	Innovation Credit 4	1

* credit does not apply to all institutions

Fig. 35 – Categorias avaliadas no STARS e respetivas ponderações (AASHE, 2014)

Anexo II – Consumos de Energia e Água, ex-UL, 2012/2013

Gráficos utilizados no cálculo das médias de consumo mensais, retirados do relatório “Consumos de Energia e Água 2012/2013 – Universidade de Lisboa (ex-UL)”

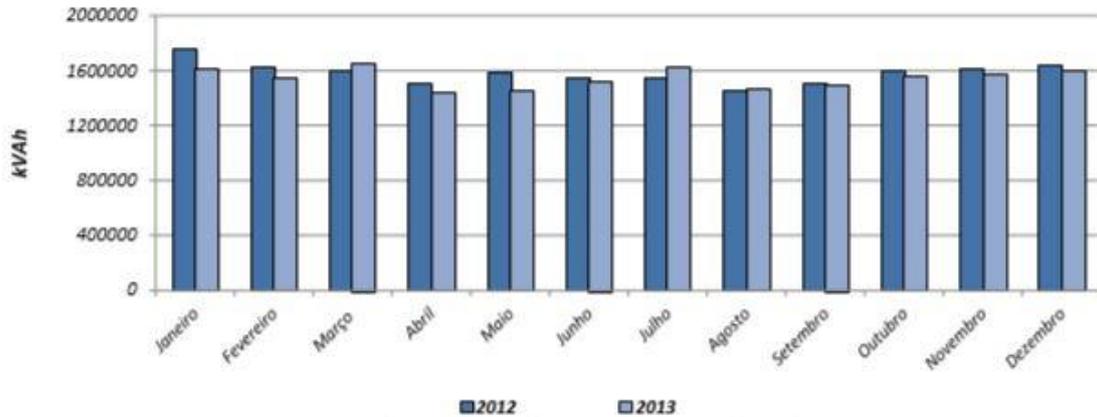


Fig. 36 – Variação mensal do consumo de eletricidade em 2012 e 2013 (Amaral, 2014)

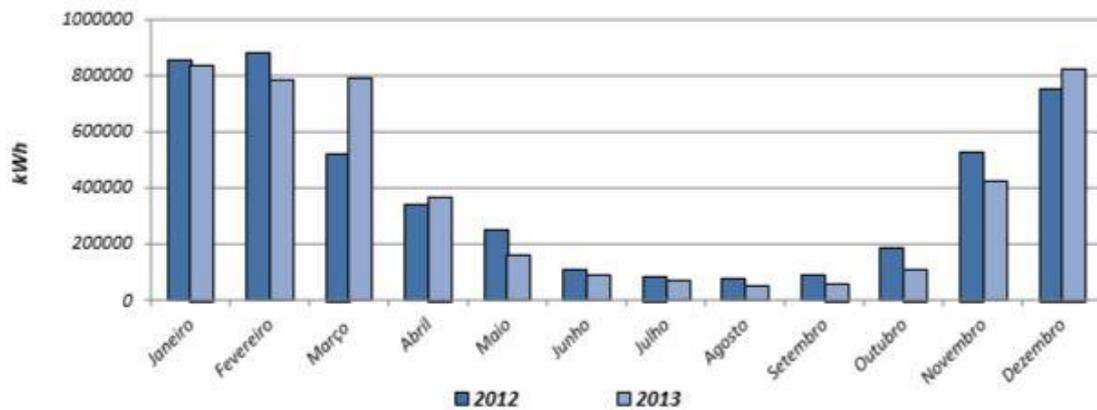


Fig. 37 – Variação mensal do consumo de gás em 2012 e 2013 (Amaral, 2014)

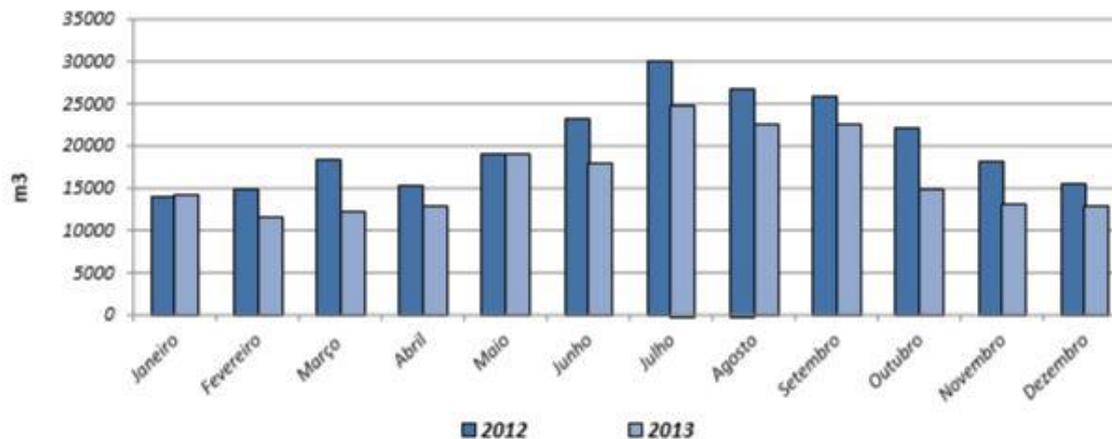


Fig. 38 – Variação mensal do consumo de água em 2012 e 2013 (Amaral, 2014)

Anexo III – Variabilidade dos consumos de energia e água de seis UO, da ULisboa

Tabela 14 – Variabilidade anual dos consumos de energia e água de seis UO da ULisboa no período 2008/2012. Calculado com base nos dados de consumos obtidos através do livro “Universidade de Lisboa em Números 2011/2012” e do relatório “Consumos de Energia e Água 2012/2013 – Universidade de Lisboa (ex-UL)”

	2008	2009	2010	2011	2012
Eletricidade (kWh/m²)					
FL	-8,5%	5,2%	4,3%	3,8%	-4,9%
FD	-3,0%	-2,1%	3,1%	1,1%	0,8%
FC	-5,4%	2,3%	2,7%	2,4%	-2,0%
FMD	-4,9%	3,4%	6,9%	-1,3%	-4,1%
FF	-0,4%	2,0%	8,1%	4,4%	-14,2%
FPIE	-0,1%	-0,7%	-7,4%	5,1%	3,1%
Gás (kWh/m²)					
FL	28,2%	18,1%	7,5%	-18,7%	-35,1%
FD	8,8%	-16,7%	6,4%	-26,8%	28,3%
FC	27,0%	-2,7%	-9,3%	-14,0%	-0,9%
FMD	-54,3%	11,0%	73,7%	-12,0%	-18,4%
FF	-17,2%	39,9%	20,2%	-28,0%	-14,8%
FPIE	16,6%	-5,1%	-0,2%	-14,4%	3,1%
Água (m³/m²)					
FL		-8,6%	-27,0%	0,1%	35,5%
FD		-14,0%	-9,4%	12,3%	11,1%
FC		-6,8%	-1,9%	0,5%	8,2%
FMD		-6,0%	-2,4%	-18,6%	27,0%
FF		0,6%	0,5%	-0,5%	-0,6%
FPIE		20,3%	16,6%	2,1%	-38,9%

Anexo IV – Certificados Energéticos – IEE

Tipologia do edifício	Est. Ensino	Restaurantes	Escritórios	Laboratórios	Data Center	Armazéns	Edifício
Área (m ²)	4.222,45	196,54	1.015,82	2.260,74	252,77	2.273,77	10.222,08
IEEref, existentes (kgep/m ² .ano)	15	170	40	45	321	15	34,65
IEEref, novos (kgep/m ² .ano)	15	120	35	45	321	15	33,19
IEEnom (kgep/m ² .ano)	19,89	74,97	28,95	44,89	321,18	11,08	32,87
IEEreal, simulação (kgep/m ² .ano)	16,19	75,90	12,40	45,40	335,06	0,49	27,81
IEEreal, facturas (kgep/m ² .ano)							28,01
S (kgep/m ² .ano)	10	33	15	55	418	5	29,95

Fig. 39 – Índices de Eficiência Energética – Edifício C1 da Faculdade de Ciências (ECOCHOICE, Relatório RSECE - FCUL - Edifício C1, 2012)

Tipologia do edifício	Est. Ensino	Escritórios	Laboratórios	Cozinhas	Armazéns	Edifício
Área (m ²)	5.533,33	1.486,91	2.599,81	28,96	625,01	10.274,01
IEEref, existentes (kgep/m ² .ano)	15	40	104	121	15	41,55
IEEref, novos (kgep/m ² .ano)	15	35	104	121	15	40,82
IEEnom (kgep/m ² .ano)	20,17	32,62	104,42	128,16	14,78	43,27
IEEreal, simulação (kgep/m ² .ano)	17,17	16,29	104,41	422,51	5,76	39,57
IEEreal, facturas (kgep/m ² .ano)						41,51
S (kgep/m ² .ano)	10	15	94	5	5	31,61

Fig. 40 - Índices de Eficiência Energética – Edifício C2 da Faculdade de Ciências (ECOCHOICE, Relatório RSECE - FCUL - Edifício C2, 2012)

Tipologia do edifício	Bibliotecas	Escritórios	Pequenas Lojas	Armazéns	Edifício
Área (m ²)	1.854,31	1.451,58	48,92	342,30	3.697,10
IEEref, existentes (kgep/m ² .ano)	20	40	75	15	28,12
IEEref, novos (kgep/m ² .ano)	15	35	35	15	23,12
IEEnom (kgep/m ² .ano)	18,41	39,11	19,40	17,80	26,50
IEEreal, simulação (kgep/m ² .ano)	25,22	62,90	36,36	12,14	38,95
IEEreal, facturas (kgep/m ² .ano)					42,28
S (kgep/m ² .ano)	12	15	26	5	12,72

Fig. 41 - Índices de Eficiência Energética – Edifício C4 da Faculdade de Ciências (ECOCHOICE, Relatório RSECE - FCUL - Edifício C4, 2012)

Tipologia do edifício	FPIE - Est. ensino Superior	FPIE - EC-Armazém	FPIE-EC Cozinha	FPIE - Escritórios	Edifício
Área (m ²)	6.423,92	505,86	127,31	1.660,45	8.717,53
IEEref, existentes (kgep/m ² .ano)	15	15	159	40	21,86
IEEref, novos (kgep/m ² .ano)	15	15	159	35	20,91
IEEnom (kgep/m ² .ano)	24,78	13,29	161,83	31,14	27,32
IEEreal, simulação (kgep/m ² .ano)	15,36	8,68	61,16	23,07	17,11
IEEreal, facturas (kgep/m ² .ano)					17,58
S (kgep/m ² .ano)	10	5	9	15	10,65

Fig. 42 - Índices de Eficiência Energética – Edifício da Faculdade de Psicologia e Instituto da Educação (ECOCHOICE, Relatório RSECE - FPIE, 2012)

Tipologia do edifício	Restaurantes	Armazéns	Escritórios	Edifício
Área (m ²)	2.894,2	1.165,7	468,9	4.528,76
IEEref, existentes (kgep/m ² .ano)	170	15	40	116,65
IEEref, novos (kgep/m ² .ano)	120	15	35	84,17
IEEnom (kgep/m ² .ano)	68,23	13,35	12,52	50,43
IEEreal, simulação (kgep/m ² .ano)	39,89	12,26	29,11	31,66
IEEreal, facturas (kgep/m ² .ano)				33,03
S (kgep/m ² .ano)	31	5	15	22,65

Fig. 43 - Índices de Eficiência Energética – Edifício do Refeitório I (Cantina Velha) da ULisboa (ECOCHOICE, Relatório RSECE - UL - Edifício da Cantina I, 2013)

Anexo V – Indicadores de Referência – Papel e Toners/Tinteiros

Tabela 15 – Dados utilizados na definição dos valores de referência para os consumos de papel e toners/tinteiros (Reitoria da Universidade de Lisboa, 2013)

Material	FC	FM	Valor de referência
Papel (kg/ETI)	6,16	-	6,16
Toners/Tinteiros (kg/ETI)	0,0039	0,1039	0,0539

Anexo VI – Média de consumo de combustível na frota na Administração Pública



Fig. 44 – Resultado da edição piloto do Barómetro ECO.AP para a categoria Energia na Frota (ADENE, 2014)

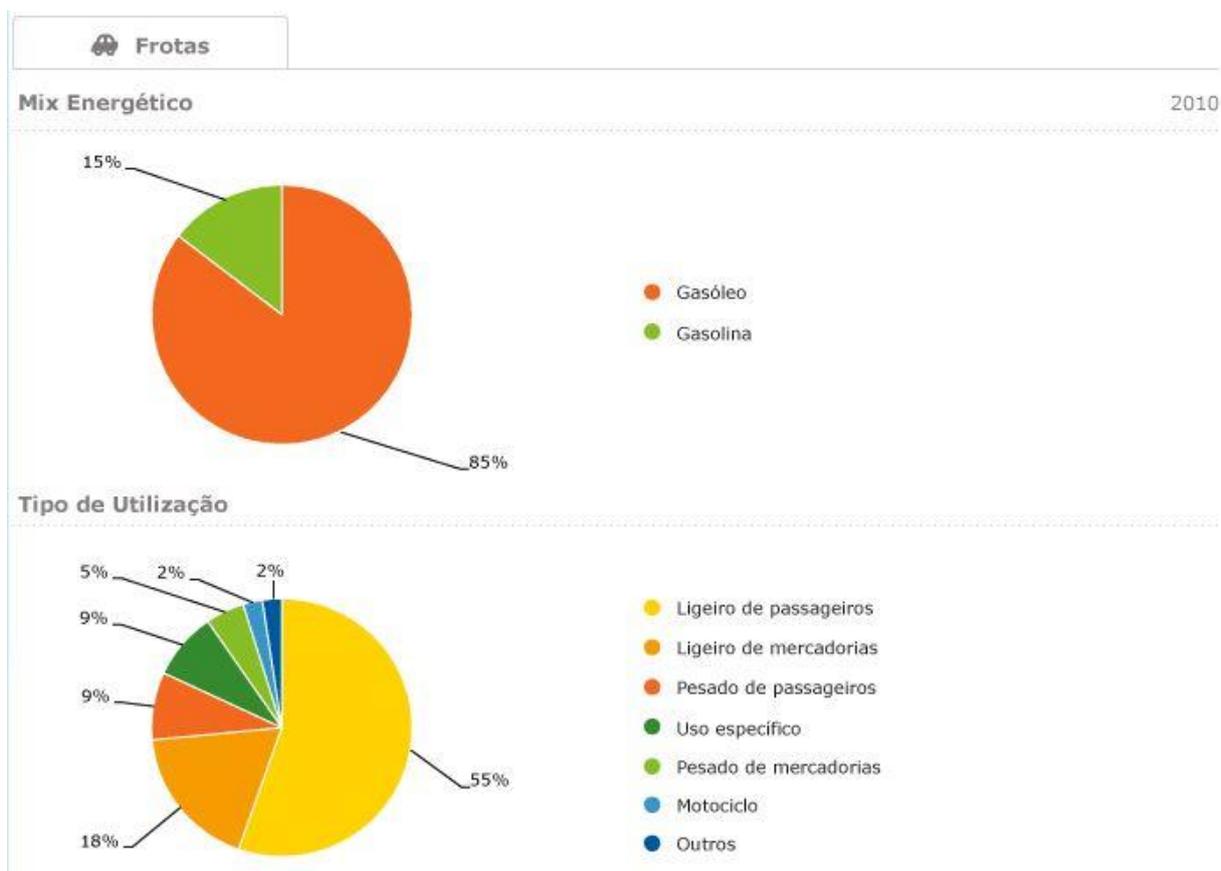


Fig. 45 – Mix de combustível e tipo de utilização da frota registado na edição piloto do Barómetro ECO.AP (ADENE, 2014)

Anexo VII – Dados sobre a variabilidade da temperatura e precipitação - IPMA

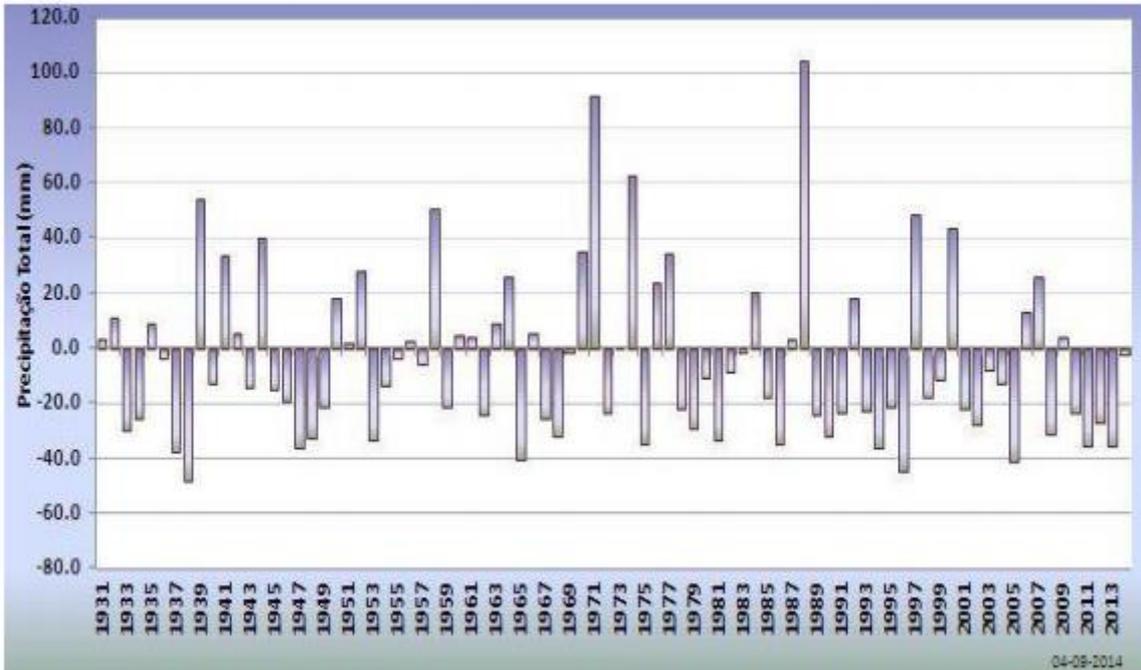


Fig. 46 – Desvios em relação ao valor médio 1971-2000 do total de precipitação no verão desde 1931 (IPMA, Verão 2014, 2014)

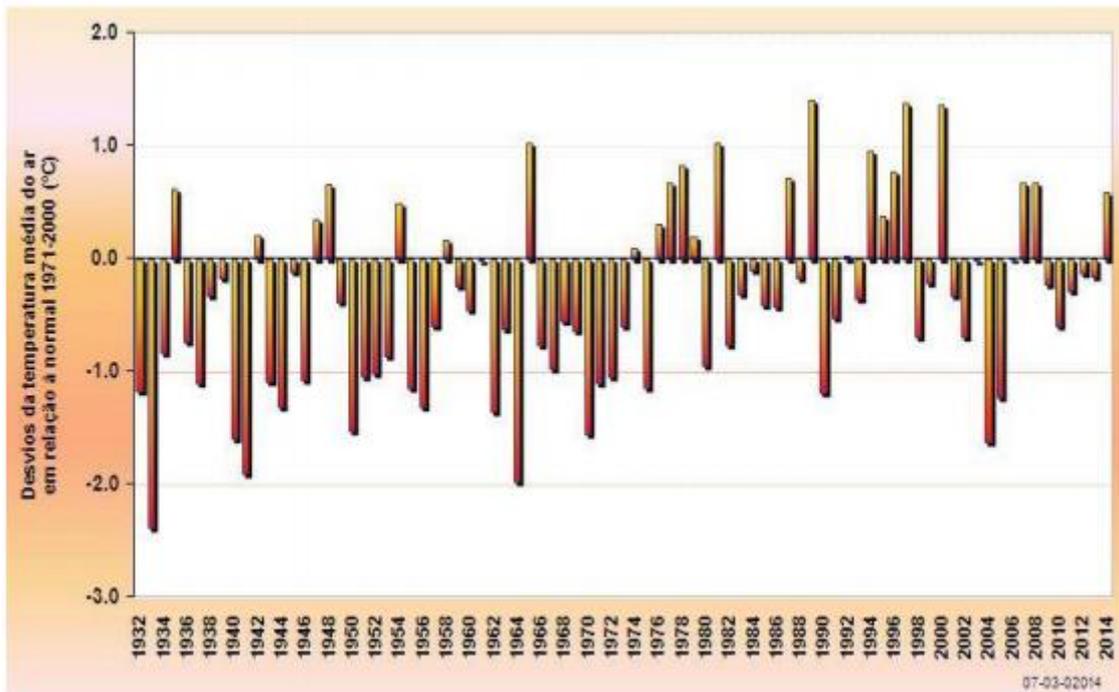


Fig. 47 – Desvios em relação ao valor médio 1971-2000 da temperatura média no inverno desde 1931/32 (IPMA, Inverno 2013-2014, 2014)

Anexo VIII – Distribuição dos pontos pelas categorias do Barómetro

Tabela 16 - Distribuição dos pontos pelas categorias do Barómetro

Área		Categoria		Sub-categoria		Pontos
Energia	45%	Eletricidade	68%	Consumo	80%	24,5
				Medidas	20%	6,1
		Gás	17%	Consumo	80%	6,1
				Medidas	20%	1,5
Produção renovável	15%			6,8		
Edifício	25%	Área Certificada	40%			10,0
		Classificação Média	30%			7,5
		Planos Manutenção	25%			6,3
		Área Renovada	5%			1,3
Transportes	12%	Consumo Combust.	45%			5,4
		Mob. Suave	35%			4,2
		Parques Bikes	15%			1,8
		Estratégias	5%			0,6
Água	8%	Consumo	80%			6,4
		Medidas	20%			1,6
Materiais	10%	Papel	50%	Consumo	70%	3,5
				Reciclado	30%	1,5
		Toners/Tinteiros	50%	Consumo	70%	3,5
				Reciclados	30%	1,5

Anexo IX – Teor energético dos combustíveis para transportes

Tabela 17 – Teor energético dos combustíveis para transportes (Diário da República, Decreto-Lei n.º 141/2010, 2010)

Combustível	Teor energético em massa (poder calorífico inferior, MJ/kg)	Teor energético por volume (poder calorífico inferior, MJ/l)
Óleo vegetal puro (óleo produzido a partir de plantas oleaginosas por pressão, extração ou métodos comparáveis, em bruto ou refinado mas quimicamente inalterado, quando a sua utilização for compatível com o tipo de motores e os respectivos requisitos em termos de emissões)	37	34
Biogás (um gás combustível produzido a partir de biomassa e ou da fracção biodegradável de resíduos, que pode ser purificado até à qualidade do gás natural, para utilização como biocombustível, ou gás de madeira)	50	-
Gasolina	43	32
Gasóleo	43	36

Anexo X – Fatores de conversão

Tabela 18 - Fatores de conversão entre energia útil e energia primária e fatores de sequestro de CO₂

	kgCO ₂ /kWh	kgCO ₂ /m ²	Fonte
Eletricidade	0,144	-	DL 118/2013, Despacho (extrato): 15793-D/2013
Gás Natural	0,202	-	
Gasóleo	0,266	-	DGEG, Despacho n.º 17313/2008
Gasolina	0,249	-	
Espaços ajardinados	-	0,117	(Reitoria da Universidade do Minho, 2011)
Hortas	-	0,297	
Espaços urbanos florestais	-	0,198	

Anexo XI – Dados utilizados nos Casos de Estudo

Tabela 19 – Dados referentes ao ano 2013 utilizados no teste do Barómetro (os valores a vermelho foram estimados)

Nome Unidade Orgânica	FD	FL	FMD
Área Útil (m2)	20.296	38.646	16.312
Área CIE (m2)	-	-	-
Área veg. - espaços ajardinados (m2)	8.200	6.000	2.500
Área veg. - urbano florestal (m2)	-	-	-
Área veg. - hortas (m2)	-	-	-
Alunos Licenciatura	2.818	2.804	530
Alunos Mestrado	874	627	31
Alunos Doutoramento	303	331	29
Docentes (ETI)	150	210	62
Investigadores (ETI)	-	10	-
Funcionários (ETI)	50	78	70
Classificação Certificação	-	C	-
Área certificada RSECE (m2)	-	35.756	-
Área renovada (m2)	-	-	9.795
Plano manutenção (m2)	19.000	38.646	
Consumo eletricidade (kWh)	1.076.565	1.689.523	1.335.887
Consumo gás (kWh)	347.982	776.062	183.650
Consumo água (m3)	24.607	19.892	20.518
Medida poupança	-	Porta automática para evitar trocas de calor	Redutores de caudal nas torneiras das casas de banho
Poupança estimada (kWh ou m3)	-	175.000	100
Consumo papel (ton)	-	-	-
Consumo toners/tinteiros (ton)	-	-	-
Consumo combustível (l)	-	-	-
Distância percorrida (km)	-	-	-
Mob. Sust. Alunos (%)	65	65	65
Mob. Sust. Docentes (%)	15	15	15
Mob. Sust. Funcionários (%)	40	40	40
Lugares est. Carros	150	350	120
Ocupação média carros	1	1	1
Lugares est. Bicicletas	15	20	10