UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Faculdade de Ciências e Tecnologia

Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente

Eficiência Energética na Administração do Porto de Sines

Rita Fernandes Guerreiro

Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, perfil Gestão e Sistemas Ambientais

Orientador: Prof. Doutor João Joanaz de Melo

Lisboa

2009

Agradecimentos

Aos meus pais, ao Miguel e ao Duarte, pela paciência.

Ao Prof. Joanaz de Melo pela orientação e conselhos, mesmo com muita falta de tempo.

Aos colaboradores da Administração do Porto de Sines, nomeadamente ao Dr. Lynce de Faria, pela amabilidade, ao Comandante Brazuna Fontes, Eng.ª Adelaide Bernardino, Eng.º Jorge Sá, Sr. Arsénio Nobre e Sr. Dionísio Santos. Um agradecimento especial ao Pedro Santos, pela gentileza e simpatia com que me cedeu, e construiu especialmente, os mapas e plantas aqui apresentados.

Ao Prof. Ventim Neves, do departamento de Engenharia Electrotécnica, e Prof. Vera Cruz, do departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências e Tecnologia, pela disponibilidade e simpatia com que me receberam e ajudaram.

Ao Sr. Leonel Regalado da Formast, Nuno Felgueiras da Philips, pelo empréstimo do luxímetro, Vitor Teixeira da Sombrear e José Ramalho da EuroSolution, pela informação disponibilizada e simpatia.

Um agradecimento muito especial à Vera Fernandes, sem quem não conseguiria entregar a tese agora, por me ter incentivado sempre, conversado muito e acompanhado nos trabalhos no porto de Sines. À Andreia Lino, pela companhia e amizade sempre presentes. Obrigado pela amizade e pelos intervalos à porta do Departamental.

Sumário

A problemática energética é actualmente uma questão dominante nas agendas mundiais. A dependência de fontes de energia externas é uma realidade e compete aos governos e organizações mudar este paradigma, apostando na eficiência, segurança e fiabilidade do abastecimento.

A actividade portuária inclui diversas actividades, nomeadamente a prestação de serviços e a movimentação de mercadorias, existindo potencial de poupança de energia nos edifícios de serviços, na movimentação de mercadorias, no fornecimento de energia aos navios e na criação de incentivos ao bom desempenho dos navios e dos terminais portuários.

A auditoria energética é uma ferramenta chave no conhecimento dos consumos de energia numa organização e na procura da eficiência energética.

O trabalho aqui apresentado centra-se numa auditoria energética realizada à Administração do Porto de Sines (APS), quantificação dos principais consumos de energia e discussão de oportunidades e estratégias para melhorar o seu desempenho energético.

Os resultados permitem concluir que os principais centros de consumo de energia são a climatização, a iluminação e a frota automóvel da APS, além das perdas na rede de distribuição de energia aos terminais. Apresentam-se oportunidades de melhoria para os edifícios da APS, um modelo de incentivo para a eficiência energética dos terminais concessionados e a metodologia que a APS deve adoptar para iniciar o estudo da implementação de um sistema de fornecimento de energia proveniente de terra aos navios – *cold ironing*.

Palavras-chave: Eficiência energética, reabilitação edifícios, concessões portuárias, incentivo, *cold ironing*.

Abstract

The energy crisis is a dominant issue in the World agenda. The energy dependence of external sources is a fact and it is the responsibility of both governments and organizations to change this situation. Efficiency of uses, security and reliability of energy supply are key factors.

Shipping and port management embrace several activities, such as provision of services by the port authority and movement of goods in the terminals. There is potential for energy savings in the office buildings of the port administration, movement of goods in the terminals and energy supply to the vessels, and incentives to good performance of terminals and ships.

Energy audit is a key element to achieve deep knowledge on the energy consumptions of an organization and on the pursuit of energy efficiency.

The work herein presented describes the results of the energy audit conducted on the Port of Sines Administration (APS) and the measures suggested to maximize the energetic performance of the organization. The goal of the work is to assess the main consumptions of energy of APS and discuss improvement opportunities and strategies to upgrade energy performance.

Results show the main centers of consumption of energy are air conditioning, lightning and the car fleet, plus losses on the electric distribution network to the terminals. The improvement opportunities presented are focused on the office buildings of the port administration, development of a model for the incentive of energy efficiency on the terminals, and the methodology that APS should adopt to initiate the implementation of cold ironing.

Key-words: Energy efficiency, buildings rehabilitation, concession, incentive, cold ironing.

Simbologia e Notação

ADENE	Agência para a Energia
APO	Asian Productivity Organization
AEA	Agência Europeia do Ambiente
APS	Administração do Porto de Sines
BT	Baixa Tensão
CE	Comunidade Europeia
CEPAARB	California Environmental Protection Agency Air Resources Board
CQNUAC	Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas
COV	Compostos Orgânicos Voláteis
DGEG	Direcção Geral de Energia e Geologia
DIO APS	Direcção de Infraestruturas e Ordenamento da Administração do porto de Sines
DFCT APS	Direcção Financeira, Compras e Transportes da Administração do porto de Sines
ECA	Áreas especiais de controlo de emissões
EDP	Energias de Portugal
ETAR	Estação de tratamento de águas residuais
EUA	Estados Unidos da América
GEE	Gases com Efeito de Estufa
IEA	Agência Internacional de Energia
IMO	International Maritime Organization
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
LED	Light Emitting Diode
MEPC	Marine Environment Protection Committee
MT	Média Tensão
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico
PCI	Poder Calorífico Inferior

PIB	Produto Interno Bruto
PM	Partículas
PNAC	Programa Nacional para as Alterações Climáticas
PNAEE	Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética
PNALE	Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão de CO_2
PT	Posto de Transformação
RCCTE	Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios
RSECE	Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios
SCE	Sistema de Certificação de Edifícios
SGE	Sistema de Gestão de Energia
SGCIE	Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia
tep	tonelada equivalente de petróleo
TGL	Terminal de Granéis Líquidos do Porto de Sines
TGN	Terminal de Gás Natural do Porto de Sines
TMS	Terminal Multipurpose do Porto de Sines
ton	Tonelada
TPQ	Terminal Petroquímico do Porto de Sines
TUP-Navio	Taxa de Uso do porto
TXXI	Terminal de Contentores do Porto de Sines
UE	União Europeia
WBCSD	World Business Council for Sustainable Development
WPCI	World Ports Initiative
ZAL	Zona de Actividades Logísticas

Índice de conteúdos

1. Introdução 1
1.1. Enquadramento 1
1.2. Relevância do estudo 2
1.3. Objectivo e âmbito 3
1.4. Organização da tese 4
2. O Porto de Sines e a Administração do Porto de Sines 5
2.1. O Porto de Sines 5
2.1.1. Movimentação Portuária do Porto de Sines 7
2.2. A Administração do Porto de Sines 7
2.2.1. Características dos Edifícios da APS 9
2.3. Energia 12
2.3.1. Energia eléctrica 12
2.3.2. Combustível 17
2.4. Concessões 17
3. Revisão da Literatura 21
3.1. Energia e Eficiência Energética 21
3.2. Auditorias energéticas 23
3.2.1. Sistema de Gestão de Energia 24
3.3. Sistema Energético 24
3.3.1. Procura energética 24
3.3.2. Estratégia Nacional para a Energia 28
3.4. Edifícios de serviços 31
3.4.1. Soluções para a problemática do consumo de energia nos edifícios de serviços 33
3.5. A actividade portuária e a navegação 44
3.5.1. Impactes da navegação na saúde humana 49

3.5.2. Soluções para a poluição gerada pela navegação 50
3.6. Green Award 51
3.7. Cold Ironing (Programa C40) 53
4. Metodologia 59
4.1. Abordagem geral 59
4.2. Auditoria energética 60
4.2.1. Análise dos dados estatísticos do consumo de energia eléctrica 61
4.2.2. Análise dos dados estatísticos do consumo de combustível 62
4.2.3. Emissões 63
4.2.4. Balanço do consumo total de energia, emissões e despesa da APS 65
4.2.5. Características dos edifícios 65
4.2.6. Indicadores 67
4.3. Oportunidades de melhoria 70
4.3.1. Edifícios 70
4.3.2. Sistema de Gestão de Energia e instalação de contadores de energia eléctrica 73
4.3.3. Boas práticas 74
4.3.4. Consumo de Combustível 74
4.3.5. Concessões 75
4.3.6. Cold ironing 75
4.3.7. Resumo das oportunidades de melhoria 76
5. Resultados e Discussão da Auditoria Energética 77
5.1. Análise dos dados estatísticos do consumo de energia eléctrica 77
5.2. Análise dos dados estatísticos do consumo de combustível 85
5.3. Emissões 88
5.4. Balanço do consumo total de energia, emissões e despesa da APS 88
5.5. Características dos edifícios 89
5.6. Indicadores 94

6. Oportunidades de melhoria 99
6.1. Reabilitação dos edifícios e da envolvente 99
6.1.1. Sombreamento 99
6.1.2. Envidraçados móveis 100
6.1.3. Isolamento da cobertura 100
6.1.4. Iluminação interior 101
6.1.5. Iluminação exterior 103
6.2. Aplicação do Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior (SCE) 105
6.3. Sistema de Gestão de Energia e instalação de contadores de energia eléctrica 106
6.3.1. Sistema de Gestão de Energia 106
6.3.2. Contadores de energia eléctrica 107
6.4. Boas práticas 108
6.4.1. Programa *APS Eficiente* 109
6.5. Consumo de Combustível 110
6.6. Concessões 111
6.6.1. Incentivo para a Eficiência Energética 113
6.7. Cold Ironing 117
6.7.1. Fornecimento de energia proveniente de uma fonte terrestre 117
6.7.2. Inventário de emissões 120
6.8. Resumo das Oportunidades de Melhoria 122
7. Conclusões 125
7.1. Principais resultados 125
7.2. Cumprimento dos objectivos 126
7.3. Recomendações 127
7.4. Desenvolvimentos futuros 128
8. Referências bibliográficas 131

Anexos 137
Anexo I. Mapa do Porto de Sines 139
Anexo II. Planta do piso 0 do edifício Administrativo 141
Anexo III. Planta do piso 1 do edifício Administrativo 143
Anexo IV. Planta do piso 2 do edifício Administrativo 145
Anexo V. Planta do piso 0 do edifício Técnico 147
Anexo V. Planta do piso 1 do edifício Técnico 149
Anexo VII. Planta do piso 2 do edifício Técnico 151
Anexo VIII. Planta do piso -1 do edifício Técnico 153
Anexo IX. Planta do edifício da Marina do Porto de Recreio. 155
Anexo X. Denominação e funções dos postos de transformação da APS 157
Anexo XI. Sessão de formação a apresentar aos colaboradores da APS. 159

Índice de figuras

Figura 2.1 - Localização do Porto de Sines em Portugal e grandes rotas marítimas actuais. 5

Figura 2.2 – Área de jurisdição do Porto de Sines. 6

Figura 2.3 – Organograma da Organização. 8

Figura 2.4 – Edifício Técnico. Vista geral e pormenor da entrada e fachada em vidro (virada a Sul). 10

Figura 2.5 – Edifício Técnico: Vista geral do edifício e pormenor da entrada. 11

Figura 2.6 – Marina do Porto de Sines: Edifício da Marina do Porto de Recreio e Marina do Porto de Sines. 12

Figura 2.7 – Localização dos PT na área de jurisdição da APS. 15

Figura 2.8 – Empresas responsáveis pelas concessões e respectivo terminal operado. 18

Figura 3.1 - Volume de petróleo descoberto mundialmente. 26

Figura 3.2 – Evolução do consumo de energia final por habitante em Portugal, entre 2000 e 2005. 28

Figura 3.3 – Consumo de energia final por sector em Portugal em 2007. 28

Figura 3.4 – Programas do PNAEE – Portugal Eficiência 2015, num total de 12 programas. 29

Figura 3.5 – Regulação da temperatura numa cobertura ajardinada. 37

Figura 3.6 – Esquema de aplicação de coberturas ajardinadas. 38

Figura 3.7 – Incidência solar nas palas horizontais, no Verão e no Inverno. 40

Figura 3.8 – Emissões de CO_2 e consumo de combustível por modo de transporte. 45

Figura 3.9 – Diagrama esquemático dos impactes globais das emissões da navegação. 47

Figura 3.10 – Principais rotas comerciais mundiais. 50

Figura 3.11 – Esquema do fornecimento de energia eléctrica proveniente de uma fonte terrestre aos navios. 55

Figura 4.1 – Metodologia utilizada no desenvolvimento da auditoria energética à APS. 60

Figura 4.2 – *Energy Monitor*: aparelho utilizado na medição das potências dos equipamentos eléctricos. 66

Figura 4.3 – Luxímetro e fita métrica (50 m) utilizados nas medições. Realização das medições durante a noite no Edifício Administrativo. 72

Figura 4.4 – Esquema adoptado para realizar as medições do feixe de luz. 73

Figura 5.1 – Distribuição de todos os consumos do Porto de Sines: APS, TMS, TXXI, TGL, TPQ, PETROGAL, SIGAS – Armazém de gás, Perdas e Erros, em 2008. 78

Figura 5.2 – Evolução das Perdas e Erros (MWh/ano), de 2004 a 2008. 79

Figura 5.3 – Evolução do consumo de energia eléctrica da APS por PT, de 2004 a 2008. 80

Figura 5.4 – Peso de cada PT no consumo global da APS em 2008. 81

Figura 5.5 – Peso do edifício Técnico, Administrativo e Marina do Porto de Sines no total consumido pela APS, em 2008. 83

Figura 5.6 – Consumo de combustível por ano, de 2005 a 2008. 86

Figura 5.7 – Percentagem de cada combustível no consumo total da APS em 2008. 86

Figura 5.8 – Consumo de combustível por actividade, em 2008. 87

Figura 5.9 – Imagens das luminárias existentes nos edifícios da APS. 90

Figura 5.10 – Distribuição das várias classes de consumo por edifício em 2008. 93

Figura 5.11 – Peso de cada classe no consumo total da APS (para consumos de 2008). 94

Figura 5.12 – Evolução do indicador económico, entre 2005 e 2006. 95

Figura 6.1 – Vãos envidraçados giratórios no edifício Administrativo e locais onde deve continuar a ser efectuado o trabalho. 100

Figura 6.2 – Equipamento de iluminação actual e solução proposta pela empresa Formast. 102

Figura 6.3 – Equipamento instalado para a iluminação exterior da administração portuária e solução apresentada pela empresa Philips. 103

Figura 6.4 – Tarefas necessárias à implementação de um SGE de M&T. 107

Figura 6.5 – Práticas a adoptar para uma eco-condução. 111

Figura 6.6 – Parâmetros em que se baseia a classificação do Incentivo à Eficiência Energética. 115

Figura 6.7 – Classe de eficiência energética e correspondente redução na renda das concessões 116

Índice de quadros

Quadro 2.1- Postos de Transformação existentes no Porto de Sines.....13

Quadro 3.1 – Factores de que depende o desempenho energético dos edifícios.....32

Quadro 3.2 – Parâmetros a ter em consideração na concepção dos sistemas de iluminação...33

Quadro 3.3 – Características dos edifícios que podem afectar o seu desempenho térmico e provocar consumos de energia elevados. 35

Quadro 3.4 – Medidas que devem ser adoptadas para garantir o isolamento dos edifícios. 36

Quadro 3.5 – Medidas que devem ser adoptadas para obter o melhor proveito das superfícies envidraçadas. 39

Quadro 3.6– Reduções nas emissões resultantes das medidas constantes no Anexo VI da Convenção da MARPOL.....49

Quadro 3.7 – Requisitos de potência de acordo com a tipologia do navio.....54

Quadro 3.8 – Vantagens e desvantagens do *cold ironing*.....56

Quadro 4.1 – Constantes utilizadas para converter volume de combustível (em litro) para unidade de energia (Joule).....63

Quadro 4.2 – Factores de emissão para o transporte rodoviário para o SO_2 e NO_x e para os GEE. 64

Quadro 4.3 – Informação facultada às empresas contactadas para indicar as melhores soluções tecnológicas para o sistema de iluminação.....72

Quadro 5.1 – Consumos discriminados do Porto de Sines, em 2008, por posto de transformação. 77

Quadro 5.2 – Consumo anual de energia eléctrica da APS, por PT e total. 80

Quadro 5.3 –PT responsáveis pelos principais consumos de energia eléctrica na APS, em 2008. 81

Quadro 5.4 – Consumo de energia eléctrica por edifício em 2008. 82

Quadro 5.5 – Consumo dos edifícios auditados da APS e peso de cada PT e edifício no total do Porto de Sines. Dados fornecidos pela DIO APS.....84

Quadro 5.6 – Preço do kWh e despesa da APS a preços correntes em energia eléctrica, de 2004 a 2008. 84

Quadro 5.7 – Actividades e equipamentos que consomem combustível na APS. 85

Quadro 5.8 – Consumo de combustível, por tipo de combustível, por ano. 85

Quadro 5.9 – Despesa da APS com combustível, em 2008. 87

Quadro 5.10 - Total de energia eléctrica consumida pela APS e emissões de GEE, de 2004 a 2008. 88

Quadro 5.11 – Total de combustível consumido pela APS, de 2005 a 2008. 88

Quadro 5.12 – Emissões de GEE, SO_2 e NO_x, em 2008, para gasolina e gasóleo (onde se inclui o gasóleo corado) 88

Quadro 5.13 – Total de energia consumida pela APS, emissões e despesa, em 2008. 89

Quadro 5.14 – Prestações de serviços e consumo de energia por euro produzido. 95

Quadro 5.15 – Número de colaboradores da APS por edifício para o ano 2008. 96

Quadro 5.16 – Número real de utilizadores por ano e Indicador social: Consumo de energia eléctrica por utilizador. 96

Quadro 6.1 – Oportunidades de melhoria nos edifícios de serviços da APS. 99

Quadro 6.2 - Custo de uma cobertura ajardinada do tipo plana não acessível, não ventilada, ajardinada intensiva, tipo convencional por m^2 e custo de manutenção nos primeiros dez anos. 101

Quadro 6.3 – Área de implementação da cobertura ajardinada em cada edifício e custo aproximado para uma cobertura deste tipo. 101

Quadro 6.4 – Características da solução apresentada para a iluminação interior: preço por unidade e custo do investimento na nova tecnologia. 102

Quadro 6.5 – Resumo do investimento necessário para a substituição da iluminação interior da APS, por tecnologia de iluminação LED. 102

Quadro 6.6 – Preço unitário e investimento requerido pela solução de iluminação da Philips. 104

Quadro 6.7 – Resumo do investimento em nova tecnologia para a iluminação exterior da APS. 104

Quadro 6.8 – Redução registada no consumo de energia eléctrica pela eliminação dos consumos em *stand-by* e *off-power*. 109

Quadro 6.9 – Terminais da APS e consumo em 2008 (tep/ano). 112

Quadro 6.10 – Passos para a aplicação do *cold ironing*. 118

Quadro 6.11– Terminais do Porto de Sines e número de cais onde é possível instalar o sistema *cold ironing*. 119

Quadro 6.12 – Quadro resumo das oportunidades de melhoria. 123

1. Introdução

1.1. Enquadramento

O crescimento da população mundial, as tentativas de melhorar a qualidade de vida (principalmente nos países em desenvolvimento) e o rápido crescimento das economias da China e Índia estão a levar a um aumento inevitável das necessidades energéticas.

A Agência Internacional de Energia (IEA) prevê que em 2030 o uso de energia terá aumentado mais de 50% comparativamente a 2005. As emissões de CO_2 também aumentarão mais de 50% até 2030 e o uso de petróleo a nível mundial aumentará para 116 milhões de barris comparativamente a 84 milhões de barris em 2005. Os stocks de combustíveis fósseis (petróleo, carvão e gás) estão a diminuir e são finitos, e a maioria das reservas está situada em regiões políticas instáveis como o Médio Oriente (IEA, 2008).

A disponibilidade finita das fontes convencionais de energia aliada à instabilidade no fornecimento de petróleo e o consequente aumento de preços, e às alterações climáticas e problemas ambientais, obrigaram à inclusão da problemática energética nas agendas mundiais e à procura de novas opções para as necessidades energéticas (Lamberts *et al*, 2004). Uma das principais características desta degradação ambiental é que afecta a humanidade numa escala global sem ter em consideração o país, a região geográfica ou a religião. O mundo inteiro é um *stakeholder* e isto levanta a questão: de quem deve partir a responsabilidade de combater a degradação ambiental? (APO, 2008)

O economista britânico *Sir* Nicholas Stern concluiu, no relatório intitulado *Stern Review*, que as medidas para reduzir o aquecimento global causado pelos gases com efeito de estufa (GEE) não precisam de custar mais de 1% do PIB mundial, mas que se nada for feito as alterações climáticas custarão à economia mundial tanto como as duas guerras mundiais e a Grande Depressão, na primeira metade do século XX (Vidal, 2008).

Surge assim a necessidade de gerir os consumos de energia e as emissões de GEE provenientes dos vários sectores de actividade, sendo a auditoria energética a ferramenta por excelência para definir os consumos energéticos de determinada actividade e as oportunidades de melhoria existentes.

Ao nível da empresa ou organização, a auditoria energética é a chave para uma abordagem sistemática na tomada de decisão na área da gestão de energia. Procura-se realizar o balanço entre os inputs totais de energia e o seu uso, quantificando o uso de energia por sector e

função. Em qualquer indústria as três principais despesas dizem respeito a energia, operação e materiais. Na maioria das avaliações feitas ao potencial de poupança nos três factores referidos a energia surge invariavelmente como líder, constituindo uma área estratégica para a redução de custos. Uma auditoria energética bem conduzida auxilia os gestores a compreender melhor as formas como a energia e o combustível são consumidos na sua organização e a identificar áreas onde ocorre desperdício e podem ser implementadas melhorias (APO, 2008).

Os edifícios são dos principais consumidores finais de energia; nos países da OCDE, o sector dos edifícios é responsável por 25% a 40% da procura final de energia (WBCSD, 2009). O projecto de um edifício deve ter como critérios centrais o conforto do utilizador e a forma como o aquecimento, arrefecimento e iluminação o afecta, e a eficiência energética, procurando criar um edifício que proporcione as melhores condições de trabalho com o menor consumo energético possível (Lamberts *et al*, 2004).

A navegação internacional garante a procura global de mercadorias e é responsável pela emissão de substâncias acidificantes e eutrofizantes que se depositam nos continentes provocando diversos problemas ambientais, como a redução da produtividade dos ecossistemas. As emissões provenientes da navegação internacional detêm grande parte da responsabilidade pela concentração de poluentes prejudiciais na Europa, e revelam uma tendência de crescimento contínuo, enquanto as emissões provenientes de fontes terrestres estão a diminuir (Seas at Risk et al, 2008).

1.2. Relevância do estudo

A iniciativa de realizar uma auditoria energética à APS partiu do Instituto Portuário e dos Transportes Marítimos (IPTM). O IPTM tem como missão regular, fiscalizar e exercer funções de coordenação e planeamento do sector marítimo-portuário e supervisionar e regulamentar as actividades desenvolvidas neste sector (IPTM, 2009). Assim, este instituto considerou relevante conhecer os consumos de energia da APS, procurando oportunidades para optimizar o seu desempenho, tornando o sector marítimo-portuário mais eficiente do ponto de vista energético e ambiental.

O trabalho aqui apresentado surge como resposta à necessidade de conhecer os consumos energéticos da entidade em estudo, visto que, até ao momento da realização da presente auditoria energética, a APS não tinha qualquer instrumento que lhe permitisse identificar os principais sectores consumidores de energia e os desperdícios.

Desta forma, e com a realização do presente trabalho, a organização passa a dispor de uma avaliação do seu desempenho energético, causas dos consumos registados e formas de combater os desperdícios e anomalias encontrados. Existe assim potencial para optimizar o uso de energia e obter benefícios com a aplicação de medidas correctivas.

O Porto de Sines desempenha um conjunto de funções, sendo as principais a prestação de serviços por parte da administração portuária e a movimentação de mercadorias por parte dos terminais concessionados.

Tendo em consideração a ambição do Porto de Sines de se tornar num porto estratégico mundial e a aposta num modelo de gestão sustentável, importa estudar o uso que a entidade faz da energia e as opções disponíveis actualmente que tornam a actividade portuária mais eficiente do ponto de vista energético.

A auditoria energética permitirá à entidade gerir a energia, um dos seus principais factores produtivos, optimizando o seu uso e obtendo benefícios com a aplicação de medidas correctivas que lhe permitirão posicionar-se como entidade competitiva e melhorar a sua imagem no mercado mundial.

1.3. Objectivo e âmbito

O objectivo geral da presente dissertação de mestrado é analisar e promover a eficiência energética no Porto de Sines, optimizando o consumo de energia na vertente da prestação de serviços, consumo de energia dos navios que atracam no porto e movimentação de mercadorias nos terminais.

O objectivo global do trabalho pode ser decomposto em três objectivos:

- Auditar o uso de energia nos edifícios e serviços prestados pela APS.
- Desenvolver um incentivo para a eficiência energética das empresas concessionárias dos terminais do Porto de Sines.
- Estudar o potencial de implementação do *cold ironing* no Porto de Sines e a metodologia que deve ser adoptada para tal.

Seguiram-se os requisitos de uma auditoria energética, nomeadamente o planeamento, trabalho de campo e recolha de dados no local, tratamento da informação e elaboração do relatório final da auditoria com os resultados e recomendações.

A APS não é uma organização com fronteiras bem definidas, em que é perfeitamente possível distinguir todos os tipos de consumos e onde são efectuados. A entidade estudada engloba

várias actividades, nomeadamente gestão de domínio público e gestão de domínio público marítimo, resultando daí consumos que são englobados na factura energética da APS mas que não são resultado da prestação de serviços da entidade ou da movimentação de mercadorias.

1.4. Organização da tese

O trabalho aqui apresentado encontra-se organizado da seguinte forma:

- Capítulo 2 – Descrição da entidade auditada: neste capítulo descreve-se o Porto de Sines e as características da Administração do Porto de Sines, as características dos edifícios, a movimentação portuária e a forma como se processa a atribuição das concessões dos terminais. Neste ponto introduz-se a organização auditada ao leitor do trabalho.
- Capítulo 3 – Revisão da literatura: apresenta-se o conceito de energia e eficiência energética e de auditorias energéticas. É discutida a procura energética a nível mundial e a situação de Portugal e a relevância do sector dos edifícios de serviços e da navegação internacional. São apresentadas soluções para os consumos de energia registados nos edifícios e na navegação, bem como o sistema de certificação *Green Award* e o fornecimento de energia eléctrica aos navios proveniente de uma fonte terrestre – *cold ironing*.
- Capítulo 4 – Metodologia: neste ponto é apresentada a metodologia utilizada para a abordagem geral do trabalho, a metodologia para a auditoria energética e o tratamento dos dados obtidos e a metodologia para as oportunidades de melhoria apresentadas.
- Capítulo 5 – Resultados e Discussão: onde se apresentam os resultados da auditoria energética, nomeadamente sectores onde se registaram os maiores consumos de energia, causas e desperdícios identificados.
- Capitulo 6 – Oportunidades de melhoria: apresentam-se as oportunidades de melhoria consideradas pertinentes para a organização em estudo, nomeadamente para a reabilitação dos edifícios, criação de um incentivo para a eficiência energética nas concessões e instalação do *cold ironing*.
- Capítulo 7 – Conclusões: são apresentadas as principais conclusões retiradas da elaboração do trabalho, nomeadamente o cumprimento dos objectivos traçados, as principais dificuldades encontradas e os pontos-chave do trabalho apresentado.

2. O Porto de Sines e a Administração do Porto de Sines

2.1. O Porto de Sines

O Porto de Sines, adiante também designado apenas como "porto", está localizado no Sudoeste da Europa, a 58 milhas náuticas a sul de Lisboa, no cruzamento das principais rotas marítimas internacionais Este-Oeste e Norte-Sul, a uma Latitude 37º57'N e Longitude 08º53'W. É possível observar a posição geográfica do porto na figura 2.1. Trata-se de um porto de águas profundas, possuindo condições naturais únicas na costa Portuguesa que lhe permite acolher todos os tipos de navios, conferindo-lhe, assim, a posição de líder nacional no transporte de mercadorias (APS, 2007a).

Adaptado de APS (2007a)

Figura 2.1 - Localização do Porto de Sines em Portugal e grandes rotas marítimas actuais.

A situação estratégica do Porto de Sines, aliada ao facto de ser o porto que apresenta maior disponibilidade já instalada para a movimentação de mercadorias, sobretudo granéis, e ao crescimento continuado, permite admitir que o porto tem condições para consolidar a sua tendência de desenvolvimento crescente e alcançar uma posição de destaque no sector portuário nacional (Tribunal de Contas, 2007). O Porto de Sines opera mais de vinte composições de vagões por dia, movimentando maioritariamente contentores, carvão e refinados (APS, 2008b).

O Porto de Sines compreende as instalações operadas pela APS e os Terminais Concessionados (Granéis líquidos (TGL), Petroquímico (TPQ), Multipurpose (TMS), Gás Natural (TGN) e Contentores (TCS ou TXXI)), operados por empresas privadas (APS, 2007b). No Anexo I, consta a planta do Porto de Sines, com a localização dos terminais.

De acordo com o Artigo 7º do Decreto-Lei n.º 337/98, de 3 de Novembro, a área de jurisdição do Porto de Sines compreende uma zona marítima e uma zona terrestre, com as seguintes dimensões:

- Zona marítima: 1 476 ha
- Zona terrestre: 657 ha

Na Figura 2.2 é possível observar a imagem da Área de Jurisdição da APS. Notar que existem alterações devido à cedência de terrenos à Câmara Municipal de Sines, e ao acrescento de uma nova área de jurisdição, redefinindo a área de jurisdição portuária.

Figura 2.2 – Área de jurisdição do Porto de Sines.

O Porto de Sines disponibiliza, aos navios que nele atracam, um conjunto de serviços disponível diariamente, nomeadamente (APS, 2007e):

- Controlo de tráfego marítimo (VTS)
- Pilotagem, reboque e amarração
- Controlo de acessos e vigilância
- Água potável e abastecimento de combustível (bancas)
- Combate a acidentes/poluição
- Reparações a bordo ou em terra.

2.1.1. Movimentação Portuária do Porto de Sines

O Porto de Sines é a principal porta de abastecimento energético de Portugal (petróleo e derivados, carvão e gás natural), ao mesmo tempo que se posiciona como um relevante porto de carga geral/contentorizada (APS, 2007a).

Apesar do decréscimo registado, no ano 2008, na quantidade de mercadorias movimentadas, o Porto de Sines mantém a liderança no sector marítimo-portuário nacional no que diz respeito a esta actividade (APS, 2008b).

A movimentação de granéis no Porto de Sines é influenciada pela actividade das empresas do sector que utilizam granéis líquidos ou sólidos como matéria-prima. Em 2008, registou-se uma redução na movimentação de granéis líquidos (aproximadamente menos 1 500 000 toneladas que no ano anterior) devido à paragem de dois meses e meio na refinaria da GALP para trabalhos de manutenção, realizados com uma periodicidade de quatro anos, que integraram também trabalhos de ligação da actual refinaria à nova instalação de refinação (APS, 2008b).

Registou-se ainda uma redução ao nível da movimentação de granéis sólidos (cerca de menos 608 000 toneladas face ao ano transacto) devido à paragem de dois grupos da central termoeléctrica de Sines, por um período de quatro meses, para instalação de sistemas de dessulfuração. O aumento do custo do carvão no mercado internacional contribuiu também para este facto, devido à redução da sua utilização no sistema energético nacional (APS, 2008b).

Para obter mais informação sobre a movimentação de mercadorias no porto de Sines e a sua evolução, consultar os Boletins estatísticos do Porto de Sines, de 2004 a 2008, disponíveis em http://www.portodesines.pt/pls/portal/go.

2.2. A Administração do Porto de Sines

O actual modelo orgânico da APS foi criado pelo Decreto-Lei n.º 337/98, de 3 de Novembro, que transformou o Instituto Público em Sociedade Anónima de capitais exclusivamente públicos. Compete à APS assegurar o exercício das competências necessárias ao funcionamento do porto nas componentes: económica, financeira e patrimonial, de gestão de efectivos e de exploração portuária. A APS tem como órgãos sociais a Assembleia Geral, o Conselho de Administração e o Conselho Fiscal (APS, 2007c).

Na Figura 2.3 é possível observar o organograma da APS.

Fonte: APS (2007c)

Figura 2.3 – Organograma da Organização.

Segundo o Tribunal de Contas (2007), o modelo de gestão portuária adoptado em Portugal é do tipo *landlord port*. Este modelo implica que os portos estão sob titularidade pública, mas a exploração comercial é entregue a privados.

Segundo o Decreto-Lei n.º 324/94, de 30 de Dezembro, a participação de agentes privados na gestão comercial de cais, terminais, instalações e equipamentos portuários contribui para melhorar a eficiência, a qualidade dos serviços prestados e a redução dos custos, importando promover a sua dinamização. Este modelo permite que as administrações portuárias se libertem do envolvimento em actividades operacionais e de gestão comercial, concentrando a sua acção no exercício das funções de autoridade portuária, que melhor correspondem à sua natureza de institutos públicos e à sua vocação prioritária.

De acordo com o Tribunal de Contas (2007), a APS é a empresa líder no movimento portuário nacional, detendo, em 2006, 43% da quota de mercado. É também, de entre todas as administrações portuárias, aquela que mais cresceu, entre 2002 e 2006, quer em termos de movimento total, 35%, quer do seu volume de negócios, 48,6%. A APS alcançou, em 2006, resultados operacionais positivos de 3,7 milhões de euros, sendo, no entanto, a empresa mais endividada do sector (66,7 milhões de euros em 2006).

Notar ainda que a APS tem vindo a registar um aumento da produtividade do trabalho sempre crescente, posicionando-se em 2006 como a segunda administração portuária com maior produtividade, depois da Administração do Porto de Lisboa (Tribunal de Contas, 2007).

O Porto de Sines é um dos cinco portos principais portugueses aderentes à certificação *Green Award*, concedendo, desta forma, reduções nas taxas portuárias aos navios que arvorarem a bandeira desta organização (GAF, 2008). Este tema será explorado na Revisão da Literatura.

A APS é responsável pela gestão e funcionamento dos seguintes edifícios, onde se encontram os vários serviços da administração (Com. Pessoal [Comandante. Brazuna Fontes]):

- Edifício Administrativo;
- Edifício Técnico e Quartel dos Bombeiros;
- Edifício da Marina do Porto de Recreio;
- Porto de Serviços;
- Posto médico;
- Zona de Actividades Logísticas (ZAL).

As instalações da APS a auditar, no âmbito da auditoria energética, serão o edifício Administrativo, o edifício Técnico e o edifício da Marina do Porto de Recreio.

2.2.1. Características dos Edifícios da APS

Os edifícios em estudo situam-se na zona climática I1-V2, segundo o Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios. Seguidamente descrevem-se as características construtivas dos edifícios em análise, segundo informação disponibilizada pela Direcção de Infraestruturas e Ordenamento da APS (DIO APS).

Edifício Administrativo

O Edifício Administrativo, na Figura 2.4, data de 1995. Este edifício é constituído por 3 pisos (Pisos 0,1 e 2), e a planta pode ser consultada nos Anexos II, III e IV.

Figura 2.4 – Edifício Técnico. Vista geral e pormenor da entrada e fachada em vidro (virada a Sul).

No que diz respeito à caracterização construtiva do edifício destacam-se os seguintes aspectos do projecto:

- Alvenaria: paredes exteriores em alvenaria de tijolo duplo com isolamento térmico de poliestireno extrudido, previstas disposições construtivas de modo a evitar as pontes térmicas nomeadamente nas ligações a elementos estruturais de betão armado e caixilharias. A compartimentação interior é conseguida com divisórias amovíveis constituídas por estrutura em perfis de alumínio.
- Coberturas: todas as áreas de cobertura são isoladas termicamente utilizando placas de poliestireno extrudido.
- Envidraçados: alumínio lacado com perfiz com ruptura térmica. O vidro é duplo com chapa exterior temperada e reflectante, complementados com dispositivos de sombreamento (actualmente já não existem dispositivos de sombreamento).

Edifício Técnico

A parte central do Edifício Técnico, na Figura 2.5, data de 1999, mas as alas são mais antigas e existiam como edifícios, no entanto para o presente trabalho estudou-se o plano de construção de 1999. No perímetro deste edifício existe ainda o Quartel dos Bombeiros. O edifício é composto por quatro pisos (Piso 0, 1, 2 e -1), e a planta pode ser consultada nos Anexos V, VI, VII e VIII.

Figura 2.5 – Edifício Técnico: Vista geral do edifício e pormenor da entrada.

De acordo com os dados retirados da Memória Descritiva do edifício, referem-se os seguintes aspectos construtivos:

- Alvenaria: paredes exteriores duplas de blocos de betão e tijolo furado com 0,11 m, com aplicação intercalada de placas de poliestireno extrudido de 0,04 m de espessura e caixa-de-ar. As paredes interiores divisórias de compartimentos são constituídas por alvenarias de tijolo furado. Na separação entre gabinetes são utilizadas divisórias tipo Tecnal, com um só vidro.
- Coberturas: isolamento com placas de poliestireno extrudido.
- Envidraçados: caixilharia de alumínio com vidro duplo atérmico (4 mm de espessura).

Edifício da Marina do Porto de Recreio

A Memória Descritiva do Edifício da Marina do Porto de Recreio data de 2004, sendo o edifício inaugurado em 2006. O Edifício da Marina do Porto de Recreio, na Figura 2.6, é constituído por dois pisos com espaços comerciais, instalações sanitárias, balneários e lavandaria, gabinetes e uma zona de serviços. A planta do edifício pode ser consultada no Anexo IX.

Figura 2.6 – Marina do Porto de Sines: Edifício da Marina do Porto de Recreio e Marina do Porto de Sines.

De acordo com a Memória Descritiva e Justificativa do Estudo de Verificação das Condições Térmicas, a caracterização construtiva do edifício é a seguinte:

- Alvenaria: paredes exteriores com tijolo com isolamento térmico de 0,03 m de espessura com correcção de pontes térmicas nas zonas de pilares e vigas. O isolamento térmico é em poliestireno extrudido.
- Cobertura: o isolamento térmico da cobertura plana é em poliestireno extrudido.
- Envidraçados: os vãos têm caixilharia em alumínio termoalacado, vidro duplo incolor (6 mm) e protecção exterior nos envidraçados a sul.

No Estudo de Verificação das Condições Térmicas deste edifício procede-se à verificação do RCCTE, sendo concluído, pela empresa responsável, que o edifício satisfaz as exigências regulamentares.

2.3. Energia

2.3.1. Energia eléctrica

A ligação à rede eléctrica de alimentação – rede eléctrica do distribuidor – pode ser efectuada a vários níveis de tensão. No caso do Porto de Sines a tensão de entrega situa-se ao nível da média tensão (MT), sendo por isso necessária a instalação de postos de transformação (PT) que possibilitam o abastecimento aos centros de consumo em baixa tensão (BT) (APS, 2007d).

As instalações eléctricas do Porto de Sines são constituídas por uma subestação eléctrica e por dezanove PT distribuídos pela área de jurisdição do porto. A instalação foi construída tendo

como objectivo a distribuição de energia eléctrica, em média e baixa tensão, aos terminais do porto e às restantes actividades consumidoras de energia.

Cabe a cada PT fornecer electricidade a um conjunto de edifícios e actividades. No Quadro 2.1 constam os PT existentes na área do Porto de Sines, e a azul os que transformam energia para consumo interno da APS.

Quadro 2.1- Postos de Transformação existentes no Porto de Sines.

Dados facultados pela DIO APS.

Posto de transformação	Actividades e serviços
1	Edifício Técnico e Quartel Bombeiros
2	Terminal Granéis Líquidos
3	Terminal Granéis Líquidos
4	Gestão Integrada de Resíduos
5	Vivendas de função
6	Terminal Granéis Líquidos
7	Terminal Granéis Líquidos
8	Terminal Granéis Líquidos
9	Porto de Serviços
10	Terminal Granéis Líquidos
11	Edifícios
12	Terminal Petroquímico
13	Edifício Administrativo
14	Terminal Multipurpose
15	Loteamento de cimento
16	SIGÁS - Armazém de gás
17	ETAR Terminal XXI
18	Marina do porto de Recreio
19	Zona de Actividades Logísticas

Na Figura 2.7 pode-se observar a localização dos PT na área de jurisdição da APS. Estão incluídos na figura todos os postos de transformação existentes no Porto de Sines, sendo possível dissociar aqueles que transformam para a APS e os que fornecem as áreas concessionadas.

Para consultar os consumos discriminados de cada PT, segundo organização da APS e para dados de 2004, consultar o Anexo X, sendo importante ressalvar que algumas concessões de paióis já não existem, não existindo, no entanto, informação actualizada.

Os PT14 e PT15 pertencem à rede eléctrica da APS e, apesar de estarem localizados em áreas concessionadas e fornecerem energia ao TMS e ao TXXI, a sua despesa é incluída na factura da administração portuária. Isto deve-se ao facto de os PT terem, para além da função de

fornecimento de energia, função de interligação da rede (podem, por isso, ser também designados como Posto de Seccionamento e Transformação). Desta forma, a APS assume os custos dos PT14 e 15, apesar de parte do consumo ser devido ao TMS e ao TXXI, dado que não é possível separar os consumos dos próprios PT do consumo das actividades das concessões e da APS ter funções de distribuidora de energia.

O Porto de Sines recebe energia eléctrica a partir da rede de distribuição de 30 kV propriedade da EDP Distribuição, SA, através de três linhas mistas aéreas/subterrâneas.

A subestação tem como objectivo transformar o nível de tensão de 30 kV para 15 kV, recorrendo para isso a dois transformadores com 6,5 MVA – 30/15 kV, redundantes, bastando apenas um para assegurar a distribuição de energia a 15 kV.

A rede de 30 kV tem como objectivo a distribuição de energia eléctrica fora da área do Terminal de Granéis Líquidos, através de um rede de postos de transformação dispostos ao longo da área de jurisdição, alimentando também dois concessionários a 30 kV – a PORTSINES (TMS) e a PSA Sines (TXXI).

A APS adquire a energia eléctrica à EDP, com uma potência contratada que variou ao longo dos anos em estudo, e é responsável pela distribuição da energia eléctrica aos concessionários, que pagam a energia consumida ao Porto de Sines. Em 2008 a potência contratada foi 4 650 kW.

A presente secção tem como referência bibliográfica o documento interno da entidade, Rede eléctrica – Descrição geral, de Julho de 2007.

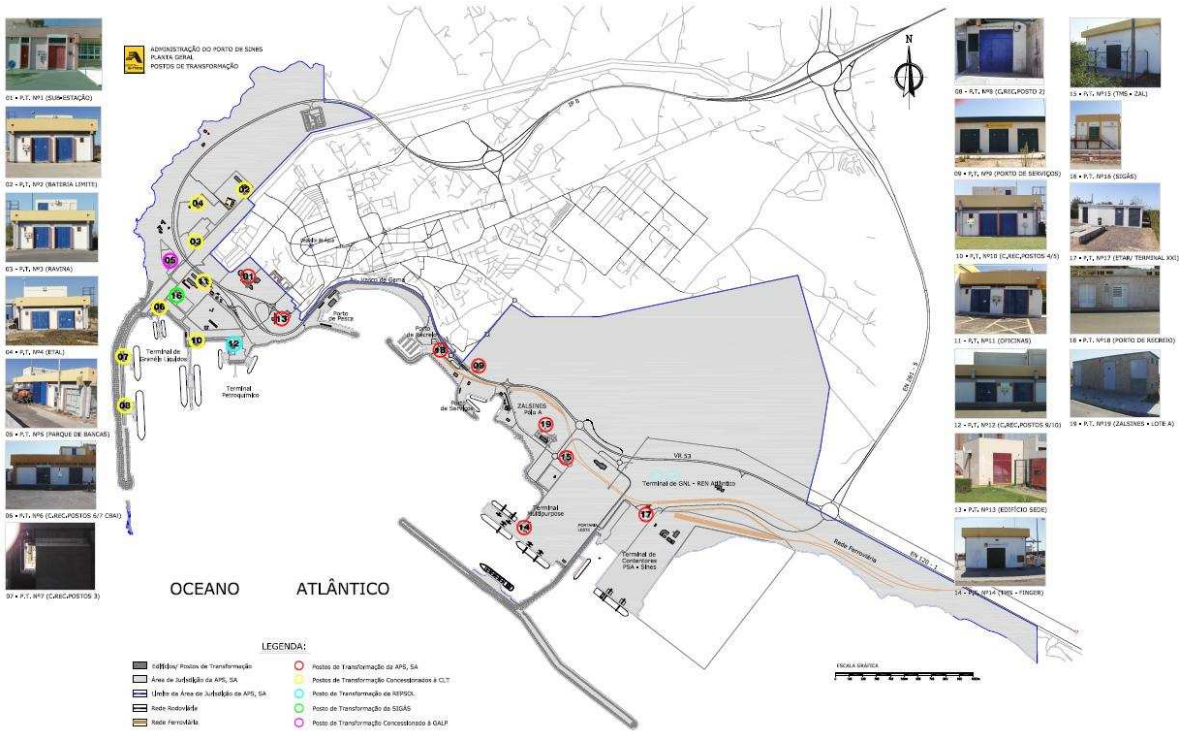


Figura 2.7 – Localização dos PT na área de jurisdição da APS.

2.3.2. Combustível

A Administração do Porto de Sines possuía, no ano de 2008, um parque automóvel composto por 95 viaturas ligeiras para uso dos seus colaboradores. Possui ainda 4 viaturas pesadas (viaturas do Quartel dos Bombeiros), 9 embarcações, Tractores, Empilhadores, Geradores, entre outras máquinas que consomem combustível, num total de 15.

Utilizam-se três tipos diferentes de combustível para abastecer os veículos e máquinas do porto de Sines: Gasolina 95, Gasóleo normal e Gasóleo corado (este último é utilizado nas embarcações, e tem as mesmas características que o gasóleo normal diferindo apenas pela sua coloração verde). A utilização do gasóleo corado só pode ser feita com autorização do Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. O gasóleo corado é um produto enquadrado numa categoria fiscal com benefício de redução ou isenção de taxa de imposto sobre produtos petrolíferos (GalpEnergia, 2009).

A presente secção tem como fonte os dados fornecidos pela Direcção Financeira, Compras e Transportes da APS (DFCT APS).

2.4. Concessões

Os terminais do porto estão concessionados a diversas empresas privadas, que operam a gestão do terminal, obtêm proveitos e pagam à APS pelos serviços prestados. No que diz respeito à atribuição das concessões, esta pode ocorrer por concurso, imposição governamental ou resultar da proposta de uma empresa que se pretenda estabelecer no Porto de Sines [Com. Pessoal [Eng.ª Ana Ramos]).

Os terminais concessionados, suas características e empresas responsáveis pela concessão estão presentes na Figura 2.8.

TGL

CLT – Companhia Logística de Terminais Marítimos, pertencente ao grupo Galp Energia, em regime de concessão de serviço público de movimentação de cargas.

Produtos petrolíferos (crude, produtos refinados e gases liquefeitos – LPG).

TGN

REN Atlântico, em regime de concessão de uso privativo.

Gás natural.

TMS

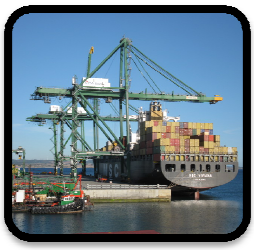
Portsines, em regime de concessão de serviço público.

Movimenta carvão, cimento e petróleo de coque.

TPQ

Repsol Polímeros, em regime de concessão de uso privativo.

Movimentação de produtos petroquímicos: nafta química, olefinas, gases liquefeitos e aromáticos



TXXI

PSA Sines (Port Singapore Authority), em regime de concessão de serviço público.

Movimentação de contentores.

Fonte: APS (2007b)

Figura 2.8 – Empresas responsáveis pelas concessões e respectivo terminal operado.

O Decreto-Lei n.º 324/94, de 30 de Dezembro, aprova as bases gerais das concessões do serviço público de movimentação de cargas nos cais e terminais portuários. O Decreto-Lei n.º 298/93, de 28 de Agosto, aprova o regime jurídico da operação portuária, segundo o qual as empresas de estiva são contratadas.

De acordo com o Decreto-Lei n.º 324/94, de 30 de Dezembro, as concessões são atribuídas pela administração portuária com jurisdição na área da concessão, mediante contrato administrativo precedido de concurso cujos programa e caderno de encargos carecem de prévia aprovação pelo Ministério competente.

A concessão tem por objecto o direito de exploração comercial, em regime de serviço público, da actividade de movimentação de cargas. A concessionária mantém em permanente estado de bom funcionamento, conservação e segurança, até ao termo da concessão, todos os bens de equipamento, obrigando-se a substitui-los sempre que, por desgaste físico, avaria ou obsolescência, se mostrem inadequados aos fins a que se destinam. No reapetrechamento da concessão, a concessionária deve optar, precedendo consulta à concedente, pela aquisição dos equipamentos cuja tecnologia e padrão de qualidade melhor sirvam a eficiência, segurança e economia das operações.

A exploração da concessão é levada a cabo sob a responsabilidade da concessionária, em regime de serviço público e em conformidade com os regulamentos aprovados e as disposições aplicáveis da lei e do contrato. O contrato de concessão é outorgado por prazo determinado, não superior a 30 anos, e deve ser estabelecido em função dos investimentos em equipamentos fixos ou em obras portuárias.

O estabelecimento da concessão e as actividades exercidas ficam sujeitos à fiscalização da concedente, sem prejuízo do exercício de fiscalização por outros serviços oficiais que para o efeito sejam competentes. A concessionária deve facultar todos os livros e registos respeitantes ao estabelecimento e actividades concessionadas que as entidades competentes considerem necessários à acção fiscalizadora, bem como prestar os esclarecimentos que lhe forem solicitados.

3. Revisão da Literatura

3.1. Energia e Eficiência Energética

A energia é uma medida da capacidade de interacção de um sistema, e pode assumir diferentes formas e diferentes tipos: calor, luz, mecânica, eléctrica, química, nuclear. Utiliza-se energia na maior parte das actividades do dia-a-dia, desde as acções mais simples como levantar da cama até enviar satélites para o espaço. (IST, 2009).

A energia pode ser classificada em energia primária (quando ocorre livremente na Natureza, como o petróleo e o gás natural) e energia final (quando a energia primária sofre transformações, como a electricidade e os combustíveis). As fontes de energia primária podem ser renováveis (aquelas que se renovam continuamente na Natureza) e não renováveis (aquelas cujas reservas se esgotam, pois o seu processo de formação é muito lento quando comparado com o ritmo de consumo humano) (APO, 2008).

A crescente pressão ambiental, aliada à competitividade das empresas, tem vindo a reforçar a necessidade de utilizar eficientemente a energia. A eficiência energética é actualmente um tema que desperta a atenção dos gestores, seja por imposição legal, necessidade de cumprir requisitos ambientais ou por uma questão de imagem ou pressão da opinião pública (Gaspar, 2004).

Segundo a EDP (2006) *eficiência energética pode ser definida como a optimização que se pode fazer no consumo de energia*. Implica a implementação de estratégias e medidas para combater o desperdício de energia, desde a sua transformação até à sua utilização. O desperdício de energia na fase do consumo é comummente associado ao termo Utilização Racional de Energia (URE), que assume a adopção de medidas que permitem uma utilização mais proveitosa da energia no sector doméstico, de serviços e industrial.

Assim, surge a necessidade de optimizar os consumos de energia, sendo o principal objectivo da gestão de energia produzir bens ou prestar serviços com o menor custo e impacte possível no ambiente. Segundo a APO (2008) que cita Capehart *et al* (1997), uma definição para gestão de energia é:

A utilização criteriosa e eficaz de energia para maximizar os lucros (minimizar os custos) e reforçar a posição concorrencial.

Patterson (1996) defende que a eficiência energética se refere à utilização de menos energia para produzir a mesma quantidade de serviços ou output útil, reduzindo assim as necessidades

energéticas por unidade de output, mantendo ou reduzindo os custos totais de produção. Por exemplo, no sector industrial, a eficiência energética pode ser medida pela quantidade de energia necessária para produzir uma tonelada de produto.

Segundo Chung e Hui (2009), o maior uso da eficiência energética está relacionado com o aumento da competitividade, segurança e benefícios ambientais, como a redução da emissão de GEE. Além disso, acredita-se que o aumento da eficiência energética é uma ferramenta muito importante na transição para um sistema energético mais sustentável.

Para Omer (2008a), a eficiência energética é a forma mais custo-eficaz de reduzir as emissões de CO_2, podendo também ter muitos outros benefícios sociais, económicos e de saúde, tais como casas mais amenas e saudáveis e contas de combustíveis mais baixas. Este autor refere ainda que a sociedade actual é baseada num modelo de consumo de energia em vez de conservação, não estando, assim, o potencial de poupança de energia a ser aproveitado, devido à falta de informação e de financiamento de medidas para aumentar a eficiência energética.

Assim, a auditoria energética assume particular importância, dado que qualquer processo de gestão de energia terá de ser iniciado pelo conhecimento da situação energética da instalação. O princípio é óbvio – *para gerir é indispensável conhecer o objecto de gestão* (Gaspar, 2004).

As estratégias de uso eficiente de energia implicam tirar partido das condições climáticas da envolvente, adoptar novos hábitos e adquirir equipamentos mais eficientes, não sendo estes investimentos livres de custos (Lamberts *et al*, 2004). Enquanto para o cliente ou investidor do projecto a principal preocupação é a análise custo/benefício dos investimentos necessários, o papel do engenheiro do ambiente é reavaliar o funcionamento do edifício ou organização e dos seus sistemas mecânicos e eléctricos, os hábitos dos utilizadores e propor novas formas de, mantendo o mesmo nível de conforto, poupar energia. O engenheiro do ambiente procura, desta forma, a melhor opção tecnológica ao melhor preço disponível, contemplando a vertente económica, social e ambiental para o projecto.

Uma implementação estruturada de medidas de reabilitação energética permite, além da redução das necessidades de aquecimento e arrefecimento, obter melhorias nas condições de conforto dos edifícios e na redução da potência dos equipamentos de climatização. Estas medidas resultam ainda numa redução no impacte ambiental e na saúde, visto que permitem a redução das emissões de Dióxido de carbono (CO_2), Óxidos de azoto (NO_x) e Dióxido de enxofre (SO_2) (APO, 2008).

3.2. Auditorias energéticas

Segundo Gaspar (2004), por auditoria energética entende-se o exame detalhado das condições de utilização de energia em determinada instalação ou organização. A auditoria permite conhecer onde, quando e como a energia é utilizada, qual a eficiência dos equipamentos e onde se verificam desperdícios de energia, indicando soluções para as anomalias detectadas.

De acordo com o *Energy Conservation Act*, aprovado pelo governo da Índia em 2001, uma auditoria energética é definida como a verificação, monitorização e análise dos usos de energia, incluindo a elaboração de um relatório técnico contendo recomendações para melhorar a eficiência energética com uma análise custo-benefício e um plano de acção para reduzir o consumo de energia (APO, 2008).

Para Gaspar (2004), a auditoria energética representa um instrumento fundamental, que o gestor de energia possui para contabilizar os consumos de energia, a eficiência energética dos seus equipamentos e as perdas que se verificam, tendo como finalidade reduzir essas perdas sem afectar a produção, ou seja, economizar energia através do seu uso mais eficiente.

Santamouris *et al* (1996) referem as auditorias energéticas realizadas a 158 hotéis gregos com o objectivo de melhorar a eficiência energética dos edifícios. Os autores concluem que, adoptando as medidas de reabilitação sugeridas, é possível alcançar uma redução de 20% no consumo de energia nos edifícios auditados.

Existem dois tipos de auditoria (Gaspar, 2004):

- Auditoria simples: diagnóstico da situação energética da instalação, consistindo numa simples observação visual para identificar falhas e numa recolha de dados susceptíveis de fornecer alguma informação sobre os consumos específicos de energia.
- Auditoria completa: levantamento aprofundado da situação energética, procedendo à análise das quantidades de energia utilizadas em cada uma das operações do processo de fabrico. As auditorias completas apoiam o gestor de energia na selecção das melhores técnicas para futuros investimentos para uma utilização racional de energia.

Uma auditoria energética a uma organização consumidora de energia tem os seguintes objectivos:

- Quantificar os consumos e custos por forma de energia;
- Examinar a utilização de energia na organização;

- Relacionar o consumo de energia com a produção, determinando um indicador energético de grande relevância, o consumo específico de energia;
- Determinar os consumos de energia por sector, processo ou equipamento;
- Examinar o modo como a energia é utilizada;
- Identificar situações de desperdício de energia;
- Propor medidas correctivas e analisar técnica e economicamente as soluções encontradas;
- Propor a elaboração de um sistema de gestão de energia.

3.2.1. Sistema de Gestão de Energia

A adopção de um Sistema de Gestão de Energia (SGE), tem como objectivo fornecer uma visão global e centralizada do estado de funcionamento de toda a instalação, e dos consumos de energia (eléctrica, combustível, entre outros). O SGE permite:

- Optimizar os custos de exploração da instalação e equipamentos;
- Monitorizar e controlar os equipamentos técnicos;
- Aumentar o conforto dos utentes/trabalhadores;
- Realizar a contabilidade energética;
- Auxiliar os serviços de manutenção

A utilização do SGE possibilita estabelecer padrões de consumo, facilitando o conhecimento dos consumos específicos dos principais sectores. Com base nesta informação é possível estabelecer um plano de acção, atribuindo prioridades de intervenção para os sectores com consumos excessivos. Permite ainda avaliar a eficiência das medidas adoptadas, através de medições realizadas posteriormente, comparando-as com medições anteriores. A simples monitorização e controlo dos consumos de energia, resultante da implementação de SGE, permite alcançar economias de energia de 3% nos consumos eléctricos e 5% para as restantes formas de energia (Gaspar, 2004).

3.3. Sistema Energético

3.3.1. Procura energética

O consumo crescente de energia *per capita* é uma realidade mundial, que se tem sentido tanto em países desenvolvidos como em desenvolvimento. Grande parte da energia consumida a nível mundial é proveniente de fontes não renováveis, os combustíveis fósseis, contribuindo para a deterioração dos ecossistemas (Carlo, 2008). O sector energético é responsável por

emissões de poluentes atmosféricos, sendo os principais: Dióxido de carbono (CO_2), Dióxido de enxofre (SO_2) e Óxidos de azoto (NO_x) (APA, 2008).

As crises energéticas mundiais, como a diminuição no fornecimento de energia de 1979 causada pela revolução iraniana ou o brusco aumento do preço do petróleo no inicio dos anos noventa do século passado, devido à primeira Guerra do Golfo, levantaram preocupações governamentais relativas ao fornecimento e acesso aos recursos energéticos mundiais (Pérez-Lombard *et al*, 2008a).

Os níveis de poluição registados e as evidências do seu efeito no clima e na biodiversidade, obrigaram à inclusão dos problemas ambientais na agenda mundial, e assim, na sequência de longos trabalhos, o Protocolo de Quioto foi adoptado em 11 de Dezembro de 1997, em Quioto. O Protocolo de Quioto incide nas emissões dos seis gases com efeito de estufa (GEE): Dióxido de Carbono, Metano, Óxido nitroso, Hidrocarbonetos fluorados, Hidrocarbonetos perfluorados e Hexafluoreto de enxofre (EUROPA – O portal da União Europeia, 2007).

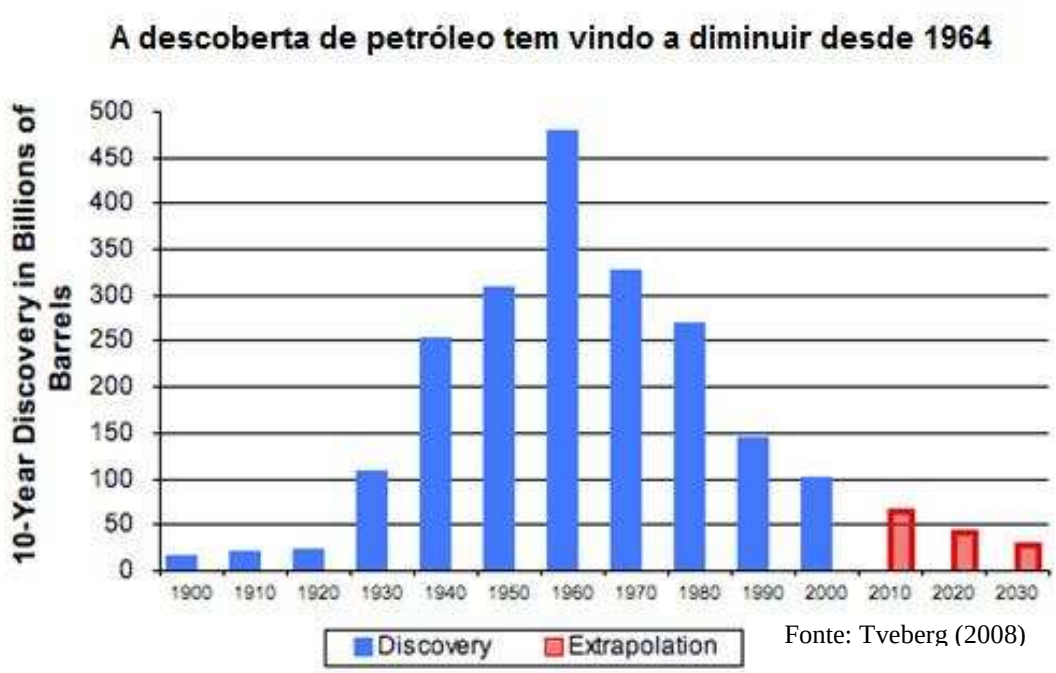
Os países signatários do Protocolo e que adoptaram os seus objectivos propõem-se a uma série de medidas, nomeadamente:

- Reforço ou criação de políticas nacionais de redução das emissões (aumento da eficiência energética, promoção de formas sustentáveis de agricultura, desenvolvimento das fontes renováveis de energia, entre outros).
- Cooperação com as restantes Partes contratantes (intercâmbio de experiências ou de informação, coordenação das políticas nacionais com o objectivo de garantir a eficácia através de mecanismos de cooperação, ou seja, licenças de emissão, aplicação conjunta e mecanismo de desenvolvimento limpo) (EUROPA – O portal da União Europeia, 2007)

O Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) concluiu que a actividade humana tem impactes no clima mundial, sendo, no entanto, difícil prever o impacte exacto das alterações climáticas em cada região. As populações estão a despertar para os riscos financeiros, sociais e ambientais relativos à geração de energia através de formas não sustentáveis. A indústria seguradora, preocupada com os custos multimilionários dos furacões e inundações, associou-se a associações de protecção do ambiente para apoiar o *lobby* de redução das emissões de GEE (Omer, 2008a).

A instabilidade do fornecimento de recursos energéticos aliada à diminuição na descoberta de reservas de petróleo, que é possível observar na Figura 3.1, e os problemas relacionados com

as alterações climáticas, confirmam o consumo energético como um dos grandes problemas da actualidade, e esta questão deve ser abordada do ponto de vista económico, ecológico e social (Butala e Novak, 1999).



Fonte: Tveberg (2008)

Figura 3.1 - Volume de petróleo descoberto mundialmente.

Um estudo do *World Energy Council* revela que, sem alterações nos hábitos actuais, a procura energética mundial, em 2020, será entre 50% a 80% superior a níveis de 1990. De acordo com o Departamento de Energia dos EUA, estima-se que o consumo mundial de energia actual seja 22 TWh/ano e que em 2020 seja 53 TWh/ano (Omer, 2008a).

Segundo a AEA (2008) o sistema energético europeu actual é altamente dependente de combustíveis fósseis. A percentagem de combustíveis fósseis no consumo total de energia diminuiu ligeiramente entre 1990 e 2005, de 83% para 79%. Mais de 54% da energia primária consumida na UE, em 2005, foi importada, e esta dependência aumentou em comparação com 2000 (51%).

O principal exportador de energia para a UE é a Rússia, tendo fornecido, em 2005, 18% do total de energia primária consumida na UE-27. A Rússia fornece 24% do gás natural importado na UE, 28% do petróleo e é o segundo principal fornecedor de carvão, a seguir à África do Sul, com 10% das importações, em 2005 (AEA, 2008).

Entre 1990 e 2005, o consumo de electricidade aumentou, em média, 1,7% por ano, enquanto o consumo de energia final aumento 0,6% por ano. O *mix* energético europeu está a ser alvo

de uma mudança e as energias renováveis apresentam a maior taxa anual de crescimento no consumo total de energia primária (AEA, 2008).

Portugal é um país com escassos recursos energéticos próprios, nomeadamente aqueles que asseguram a generalidade das necessidades energéticas da maioria dos países desenvolvidos (como o petróleo, o carvão e o gás). Tal situação de escassez conduz a uma elevada dependência energética do exterior, 82,9% em 2007, particularmente das importações de fontes primárias de origem fóssil (DGEG, 2009).

Apesar da escassez de recursos energéticos de origem fóssil que caracteriza Portugal, mais de metade do consumo de energia nacional tem por base o petróleo. Em 2007, foram despendidos mais de 6 mil milhões de euros em compras líquidas ao exterior para satisfazer as necessidades energéticas nacionais (APA, 2008).

Acresce que Portugal é pouco eficiente na forma como utiliza a energia, o que é comprovado pela intensidade energética em energia primária do aparelho produtivo da economia nacional: em 2006 foram necessárias 200 toneladas equivalentes de petróleo (tep) para produzir 1 000 euros de PIB, quando a média europeia (EU-25) foi 177 tep (APA, 2008).

A tendência, em Portugal, é para o aumento do consumo de energia final por habitante, embora se registem períodos de retracção geralmente associados a fases baixas do ciclo económico. Na Figura 3.2 pode-se observar a evolução do consumo de energia final por habitante em Portugal, entre 2000 e 2005, segundo dados do Eurostat. Estes factos significam que será necessária uma alteração de padrões de produção e consumo de energia a fim de aumentar a eficiência energética e ambiental da economia portuguesa e diminuir a sua vulnerabilidade face ao comportamento dos mercados internacionais (APA, 2008).

A análise da evolução das emissões de GEE pelo sector energético revela uma tendência crescente desde 1990 acompanhando a tendência de evolução do consumo de energia primária. As emissões de substâncias acidificantes e emissões de substâncias precursoras do ozono vêm revelando uma tendência contrária, em Portugal (APA, 2008).

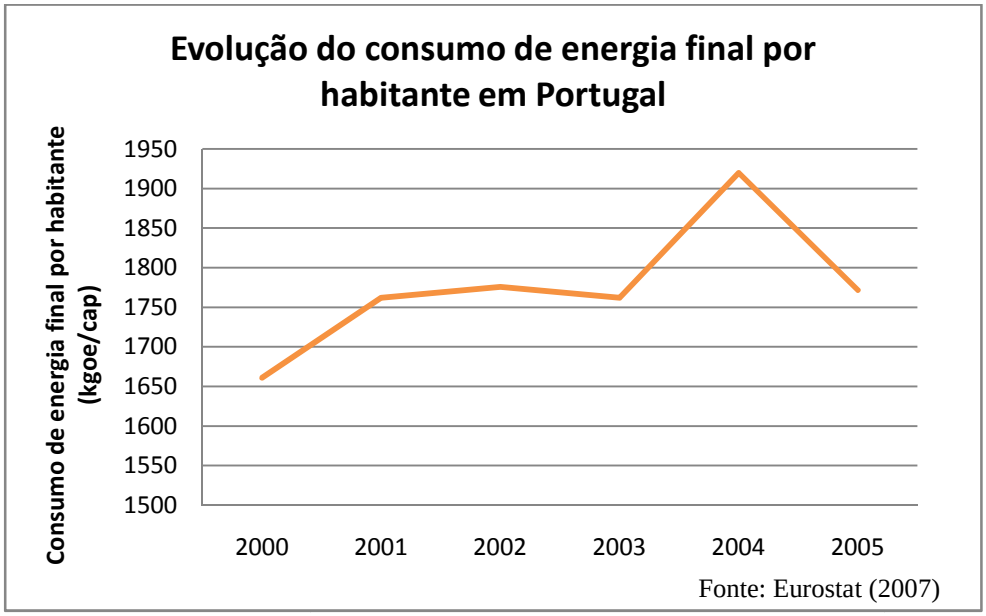


Figura 3.2 – Evolução do consumo de energia final por habitante em Portugal, entre 2000 e 2005.

Na Figura 3.3 consta o peso dos principais sectores de actividade económica relativamente ao consumo final de energia, em Portugal em 2007.

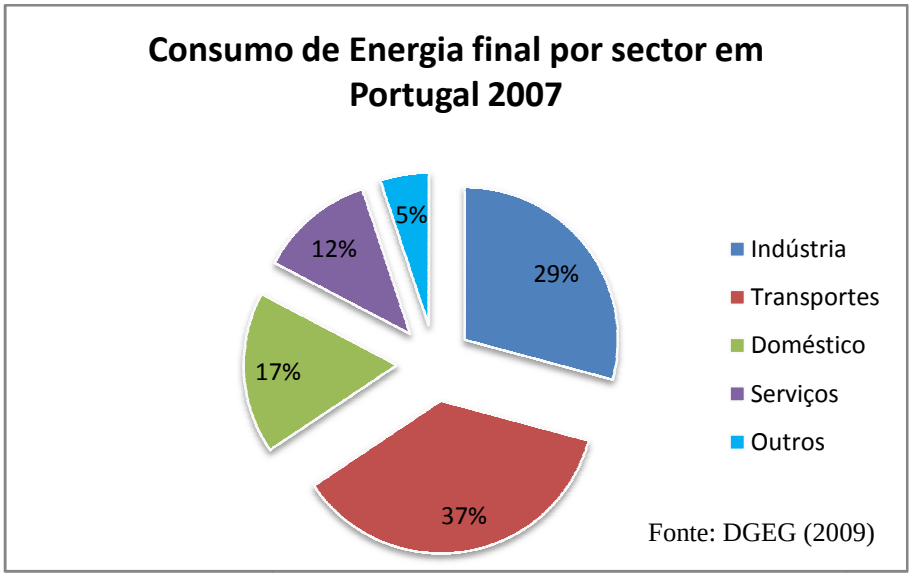


Figura 3.3 – Consumo de energia final por sector em Portugal em 2007.

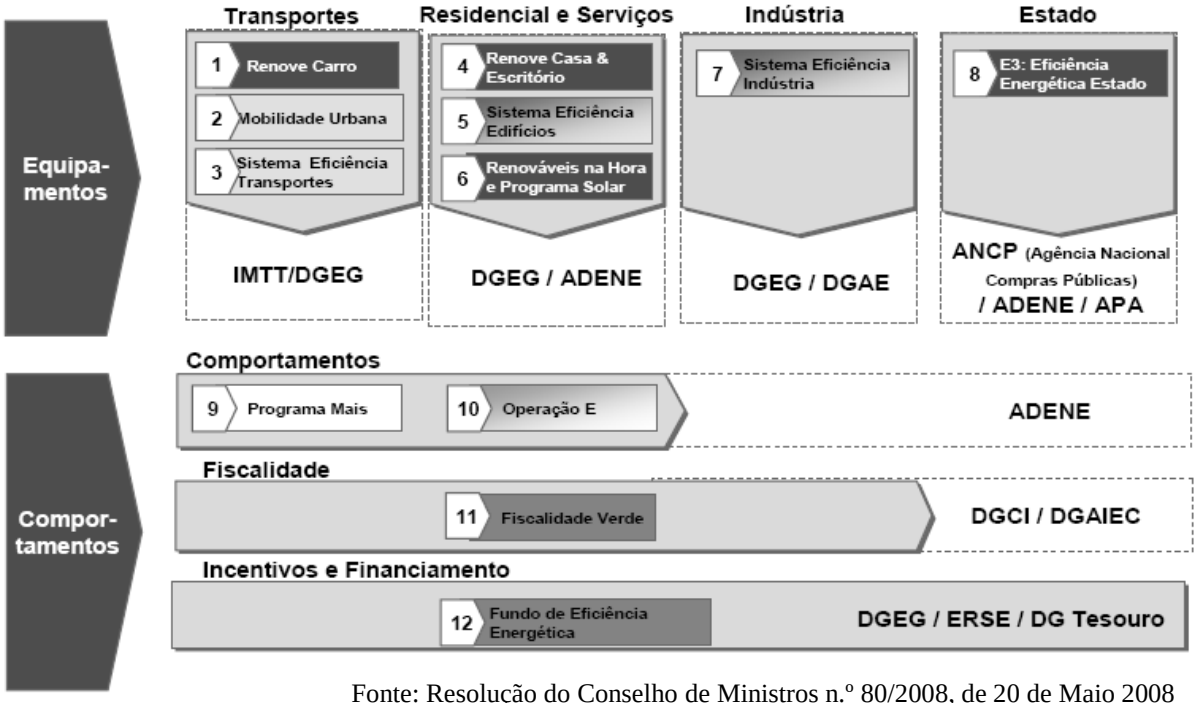
Sendo o sector dos transportes e da indústria os principais responsáveis pelo consumo de energia final em Portugal, como é possível observar na Figura 3.3, surge a necessidade de gerir os consumos destes sectores, optimizando o consumo de energia nas suas actividades e reduzindo as emissões de GEE que daí resultam.

3.3.2. Estratégia Nacional para a Energia

A Estratégia Nacional para a Energia foi aprovada pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 169/2005, de 24 de Outubro, prevendo na sua linha de orientação a aprovação de um plano

de acção para a eficiência energética. A Directiva n.º 2006/32/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de Abril, relativa à eficiência na utilização final de energia e aos serviços energéticos, estabeleceu entretanto a obrigação de os Estados membros publicarem um plano de acção para a eficiência energética. A directiva enunciada estabelece metas de 1% de poupança de energia por ano até 2016, tomando como base a média de consumos de energia final, registados no quinquénio 2001-2005.

O Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética – Portugal Eficiência 2015 (PNAEE) foi aprovado pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 80/2008, de 20 Maio 2008, e é um plano de acção agregador de um conjunto de programas e medidas de eficiência energética, num horizonte temporal que se estende até 2015. O plano está direccionado para a gestão da procura energética, conforme o âmbito da Directiva n.º 2006/32/CE, estando em articulação com o Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC) e o Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão (PNALE). Abrange quatro áreas específicas, objecto de orientações de cariz predominantemente tecnológico, como é possível observar na Figura 3.4.



Fonte: Resolucão do Conselho de Ministros n.º 80/2008, de 20 de Maio 2008

Figura 3.4 – Programas do PNAEE – Portugal Eficiência 2015, num total de 12 programas.

No que diz respeito ao presente trabalho interessa analisar a Área Residencial e Serviços e Indústria. Os edifícios de serviços da APS são abrangidos pela Área Residencial e Serviços e as actividades desenvolvidas pelas concessões do porto de Sines pela Área Indústria (existindo concessões que estão a ser alvo de auditorias energéticas).

As medidas de melhoria da eficiência energética no sector Residencial e Serviços têm como objectivo melhorar o desempenho energético dos edifícios, intervindo ao nível da iluminação, da substituição de equipamentos, reabilitação de espaços e certificação energética de edifícios.

O Programa Certificação Energética de Edifícios visa melhorar o desempenho energético dos edifícios, melhorando a classe média de eficiência energética do parque edificado, mediante a implementação das orientações que regulam o Sistema de Certificação Energética (SCE).

A nova legislação relativa à qualidade térmica dos edifícios em Portugal assenta sobre três pilares:

- Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE);
- Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE);
- Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE).

O RCCTE, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 80/2006, de 4 de Abril, estabelece requisitos de qualidade para os novos edifícios de habitação e de pequenos serviços sem sistemas de climatização, nomeadamente no que diz respeito às características da envolvente (paredes, envidraçados, pavimento e coberturas) e limita as perdas térmicas e os ganhos solares.

O RSECE, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 79/2006, de 4 de Abril, designa um conjunto de requisitos aplicáveis a edifícios de serviços e de habitação dotados de sistemas de climatização. Neste diploma, a qualidade do ar interior surge também com requisitos que abrangem as taxas de renovação do ar interior nos espaços e a concentração máxima dos principais poluentes.

A Área Indústria contém o Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia (SGCIE), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 71/2008, de 15 de Abril, e tem como objectivo promover a melhoria do desempenho energético por via da modificação dos processos de fabrico, da introdução de novas tecnologias e da mudança de comportamentos.

O SGCIE aplica-se às instalações consumidoras intensivas de energia que tenham um consumo energético superior a 500 toneladas equivalentes de petróleo por ano (500 tep/ano).

É obrigatório, no âmbito do SGCIE, a realização de auditorias energéticas:

- Empresas com consumo de energia ≥ a 1000 tep/ano: periodicidade de seis anos.
- 500 tep/ano ≤ Empresas com consumo de energia < 1000 tep/ano: periodicidade de oito anos.

As auditorias incidem sobre as condições de utilização da energia, bem como a concepção e o estado da instalação, devendo ainda ser colhidos os elementos necessários à elaboração do Plano de Racionalização do Consumo de Energia e à verificação do seu subsequente cumprimento. Instalações com consumos de energia inferiores a 500 tep/ano podem aderir voluntariamente ao SGCIE.

3.4. Edifícios de serviços

O presente trabalho apresenta uma componente de auditoria a edifícios de serviços, sendo importante conhecer o estado da arte neste sector, e quais são os consumos associados ao sector dos serviços.

Em 2004, o consumo de energia nos edifícios da UE foi 37% da energia final, maior que a indústria (28%) e os transportes (32%), e atribui-se este facto ao aumento do número de sistemas de ar condicionado e aos sistemas de iluminação, considerando-se que esta realidade tende a permanecer (Pérez-Lombard *et al*, 2008b).

De acordo com o WBCSD (2009), em 2020 as emissões de CO_2 a partir da utilização de energia em edifícios podem ser reduzidas em 29% sem custos para a rede. Segundo a CE (2009) existe um grande potencial de poupança de energia no sector dos edifícios, usualmente a baixo custo.

A climatização é a principal classe consumidora de energia nos edifícios de serviços podendo o seu peso variar entre 50% (USEPA, 2009), (Pérez-Lombard *et al*, 2008b), (USDE, 2006) e 60% (MEGTW, 2006) do consumo total de energia.

A bibliografia consultada permitiu concluir que num escritório da UE os consumos típicos são (em percentagem do consumo final) (Pérez-Lombard *et al*, 2008b):

- Sistemas de ar condicionado: 50%
- Iluminação: 15%
- Equipamentos de escritório: 10%.
- Águas Quentes Sanitárias: 10%
- Confecção de alimentos: 5%
- Outros: 10%

O consumo de energia nos edifícios pode ser reduzido através do design de edifícios com necessidades energéticas menores para climatização, iluminação e aquecimento de águas

quentes sanitárias. No Quadro 3.1, constam os factores de que depende o desempenho energético dos edifícios.

Quadro 3.1 – Factores de que depende o desempenho energético dos edifícios.

Fonte: Omer (2008a).

Critério	Descrição
Qualidade do ambiente interior	Condição de conforto apreendida pelos ocupantes do edifício devido às condições físicas e psicológicas a que estão expostos pela envolvente.
Eficiência energética	Provisão das condições de conforto desejadas consumindo a menor quantidade de energia possível.
Custo-eficácia	Custos em energia relativos ao nível de conforto e produtividade dos ocupantes de um edifício. Pode ser melhorado através do aperfeiçoamento da qualidade do ambiente interior e da eficiência energética.

A energia eléctrica consumida nas instalações de iluminação nos diferentes sectores de actividade (indústria, serviços e doméstico), representa aproximadamente 25% do consumo global de Portugal, e cerca de 5% a 7% do consumo global de energia eléctrica de uma instalação industrial. Desta forma, a iluminação é uma área onde a utilização de equipamentos mais eficazes se traduz em reduções significativas nos consumos energéticos (Gaspar, 2004).

Actualmente, procura-se instalar equipamentos que proporcionem os níveis de iluminação necessários ao desempenho das actividades reduzindo quer o consumo de energia eléctrica quer os custos de manutenção dos sistemas.

Para além das questões relacionadas com as instalações de iluminação propriamente ditas, convém referir que a fonte luminosa mais barata, a iluminação natural, é frequentemente desprezada na concepção dos projectos arquitectónicos de edifícios, pelo que a redução nos custos energéticos destas instalações passa necessariamente pela valorização desta componente (Gaspar, 2004). A iluminação dos espaços deve ser estabelecida seguindo os critérios de quantidade e qualidade da iluminação proporcionada, que constam no Quadro 3.2.

Para Pérez-Lombard *et al* (2008), o principal objectivo das políticas energéticas nos edifícios é poupar energia sem comprometer o conforto, saúde e níveis de produtividade. Por outras palavras, consumir menos energia mantendo os mesmos ou melhores serviços é ser mais energeticamente eficiente. Os órgãos reguladores, como o Governo, agências energéticas, autoridades locais, entre outros, possuem três instrumentos básicos para encorajar poupanças e maximizar a eficiência energética nos edifícios: regulamentos, auditorias e certificação.

Quadro 3.2 – Parâmetros a ter em consideração na concepção dos sistemas de iluminação.

Fonte: Gaspar (2004)

Parâmetro	Descrição
Níveis de iluminação	As diversas tarefas visuais desempenhadas requerem diferentes níveis de iluminação. As instalações de iluminação devem proporcionar níveis de iluminação adequados à exigência das tarefas a desempenhar e às características dos utilizadores.
Equilíbrio da iluminação	Distribuição equilibrada da iluminação, evitando uma iluminação direccional muito difusa ou demasiado forte, é imprescindível para o rendimento e conforto visual dos utilizadores
Encadeamento	O encandeamento, directo ou reflectido, produz nos utilizadores sensações de desconforto que, em casos extremos, pode conduzir à total incapacidade de visão. É vulgar a ocorrência deste fenómeno nas instalações com lâmpadas fluorescentes montadas em régua desprotegida. A sua eliminação é fácil, sendo necessário a instalação nas armaduras de grelhas difusoras ou de polarizadores
Restituição de cor	O modo como a luz reproduz as cores dos objectos designa-se por restituição de cor. Uma das características importantes das lâmpadas é o seu índice de restituição de cor, factor determinante para a sua escolha em função das tarefas a desempenhar e da necessidade da criação de uma atmosfera agradável, contribuindo assim para o aumento de rendimento

3.4.1. Soluções para a problemática do consumo de energia nos edifícios de serviços

Visto que o consumo de energia nos edifícios de serviços representa entre 25% a 40% da procura final de energia nos países da OCDE, existe um grande potencial de poupança neste sector (Pérez-Lombard *et al*, 2008a). Segundo Harris *et al* (2000) a regra de decisão para um investimento é o período de retorno, e muitas firmas, quando inquiridas sobre este facto admitem usar esta regra para avaliar os seus investimentos e que o tempo médio que deve demorar a recuperar o investimento é três anos e meio.

A factura energética das organizações pode ser reduzida através da alteração do comportamento dos colaboradores, recorrendo a medidas de remodelação dos edifícios, substituição de equipamentos ineficientes por outros mais eficientes, entre outros. A procura de soluções técnicas que conduzam à melhoria do comportamento térmico dos edifícios tem-se intensificado nos últimos anos, devido ao aumento da procura energética e da dependência de fontes energéticas externas (Pires *et al*, 2005).

As estratégias para melhorar o desempenho energético de uma organização podem passar pela adopção de tecnologias mais eficientes, reabilitação de edifícios ou pela adopção de técnicas

tradicionais que promovem a climatização de edifícios sem consumo de energia, integrando as estratégias da arquitectura bioclimática.

Reabilitação de edifícios

A reabilitação térmica e energética dos edifícios representa uma das vias mais promissoras para corrigir o seu funcionamento energético desadequado e melhorar a qualidade térmica e as condições de conforto dos seus ocupantes, ao mesmo tempo que contribui para alcançar o objectivo estratégico de reduzir as necessidades energéticas nacionais. A reabilitação é muito útil quando os edifícios ou as suas partes constituintes – espaços, elementos de construção ou instalações – se mostrem inadequados para o desempenho das funções para que foram concebidos ou para os padrões vigentes de condições de uso, qualidade e exigências regulamentares de segurança, higiene, conforto e funcionalidade (Vasconcelos de Paiva, 2000).

Existe literatura abundante sobre o tema da reabilitação dos edifícios, não cabendo, no entanto, no âmbito desta tese. Na presente secção pretende-se apresentar apenas um exemplo das medidas que podem ser adoptadas para melhorar o desempenho energético dos edifícios, não sendo esse o objectivo global do trabalho.

Segundo a DGEG (2004) quando se pretende melhorar o desempenho energético de um edifício é necessário ter em consideração vários factores, nomeadamente o nível de deterioração e as características actuais do edifício. No Quadro 3.3 constam as características dos edifícios que podem reduzir o seu desempenho térmico e provocar consumos de energia elevados.

Para além das características referidas, existem ainda outras causas para níveis elevados de consumo de energia, nomeadamente comportamentos inadequados, em termos de conservação de energia, por partes dos utentes dos edifícios:

- Sistemas de aquecimento e/ou arrefecimento ligados, enquanto as janelas estão abertas;
- Climatização desnecessária dos espaços, permitindo temperaturas interiores fora dos níveis recomendados, ou seja, demasiado quentes no Inverno e frios no Verão.

Para Vasconcelos de Paiva (2000), a reabilitação energética assume especial importância na reabilitação dos edifícios e integra as seguintes medidas de economia de energia:

- Reforço da protecção térmica conferida pela envolvente dos edifícios;
- Controlo das infiltrações de ar;

- Recurso a tecnologias solares, passivas e activas;
- Melhoria da eficiência energética dos sistemas e equipamentos energéticos.

Quadro 3.3 – Características dos edifícios que podem afectar o seu desempenho térmico e provocar consumos de energia elevados.

Fonte: DGEG (2004).

Característica	Descrição
Isolamento térmico	Isolamento térmico insuficiente nos elementos opacos da envolvente - paredes exteriores, pavimentos sobre espaços exteriores ou não aquecidos e coberturas
Pontes térmicas	As pontes térmicas na envolvente do edifício são das principais causas de perdas de calor
Humidade	Afecta o desempenho energético e a durabilidade dos materiais.
Fraco desempenho térmico de vãos envidraçados e portas	Devido a perdas de calor por transmissão térmica e infiltrações de ar excessivas
Falta de protecções solares adequadas nas janelas	Sobreaquecimento no interior dos edifícios
Ventilação não controlada	Origina maiores necessidades energéticas em aquecimento no Inverno, ou ventilação insuficiente, conduzindo a maiores níveis de humidade relativa no Inverno e sobreaquecimento no Verão.

A combinação de diferentes medidas em simultâneo pode permitir reforçar o efeito de cada uma delas, sendo necessário ter em consideração que, em certos casos, a adopção de uma medida assegura totalmente o efeito de outra. Um exemplo deste efeito ocorre quando a melhoria do isolamento térmico da envolvente dos edifícios é associada a uma redução das infiltrações de ar e à consequente redução das necessidades de climatização (Vasconcelos de Paiva, 2000).

As medidas de remodelação dos edifícios devem reflectir uma análise das necessidades de climatização dos edifícios, parâmetro que está associado ao conforto e bem-estar, e que pode ser abordado através da manutenção das temperaturas de conforto e da geração de calor/frio de forma eficiente.

O reforço da protecção térmica conferida pela envolvente dos edifícios é alcançado pelo reforço do isolamento térmico nas partes opacas da envolvente e dos vãos envidraçados, e pelo controlo dos ganhos solares através dos segundos. É necessário prover os vãos envidraçados com protecções solares apropriadas de forma a adequar os ganhos às necessidades de aquecimento e de arrefecimento (Vasconcelos de Paiva, 2000).

Isolamento térmico

No Quadro 3.4 constam as medidas que devem ser adoptadas para garantir o correcto isolamento térmico dos edifícios.

Quadro 3.4 – Medidas que devem ser adoptadas para garantir o isolamento dos edifícios.

Fonte: AREAM-URE (2009)

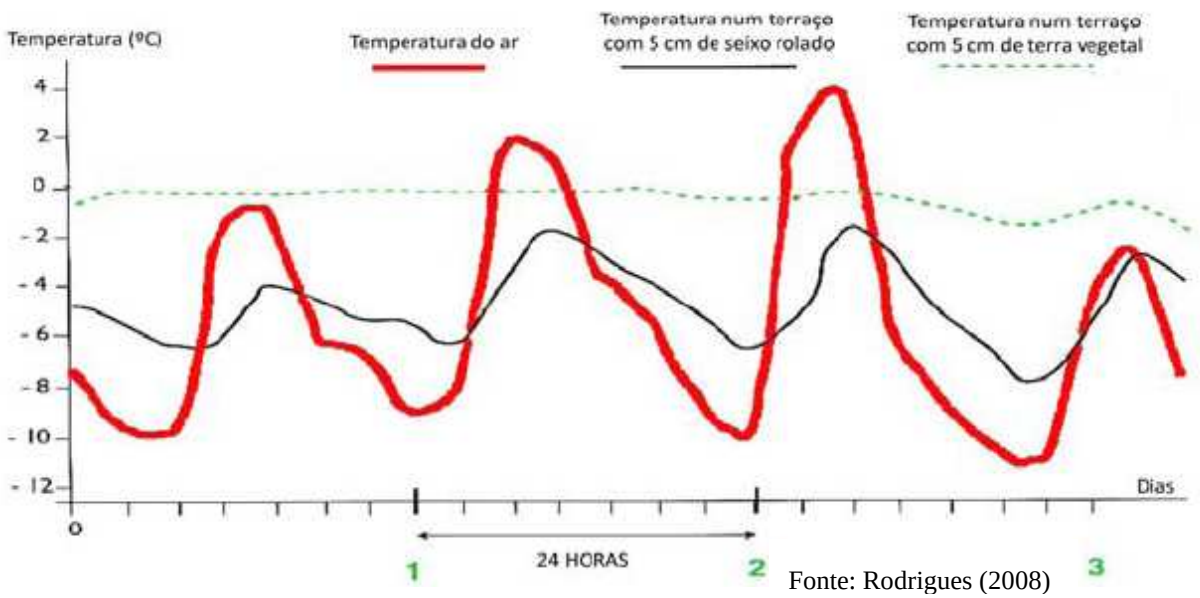
Medidas	Descrição
Coberturas (terraço ou telhado)	Utilizar isolantes térmicos imputrescíveis e resistentes à água, em placas com espessura mínima de 0,06 m, colocados de preferência sobre a laje ou camada de impermeabilização
Paredes exteriores	Aplicar isolamento contínuo pelo exterior utilizando materiais permeáveis ao vapor com espessura mínima de 0,04 m (esta solução permite eliminar pontes térmicas e melhora o aproveitamento da inércia térmica do edifício, mantendo a temperatura mais uniforme). Se o isolamento pelo exterior não for possível, poderá ser colocado no interior de parede dupla ou na face interior de parede simples
Pavimentos em contacto com o solo	Isolantes térmicos imputrescíveis e resistentes à água; ou pavimentos de madeira flutuantes com caixa-de-ar (a qual pode ainda ser preenchida com material de isolamento).
Pontes térmicas (vigas, pilares, intersecção de lajes, ombreiras de portas e janelas)	Quando o isolamento é efectuado em parede dupla ou pelo interior, é necessário isolar as pontes térmicas de modo a evitar o aparecimento de humidade e manchas de bolores localizadas, devido às condensações. Se o isolamento for contínuo pelo exterior, já não há necessidade de isolamento adicional para as pontes térmicas

De acordo com o PNAEE, a utilização de isolamento térmico em edifícios é de importância vital na redução das perdas de energia e no aumento do conforto no interior dos espaços climatizados, especialmente no Inverno. O isolamento térmico é ainda útil, para além da economia de energia, para o conforto térmico e acústico, qualidade do ar e para a saúde dos ocupantes (por exemplo, para doenças reumáticas e respiratórias) (AREAM-URE, 2009).

Coberturas ajardinadas

Tendo em consideração o papel relevante que os edifícios têm enquanto consumidores de energia, na impermeabilização dos solos, produção de resíduos e na destruição dos habitats, torna-se necessário pensar em estratégias para reduzir o seu impacte no ambiente.

As coberturas ajardinadas dos edifícios têm efeito compensador na impermeabilização dos solos e transporte dos espaços verdes para as coberturas, efeito compensador da poluição através da produção de oxigénio, regulam os caudais das águas da chuva, diminuem os níveis da temperatura no edifício através do aumento dos níveis de evapotranspiração, como é possível observar na Figura 3.5, e reduzem o efeito de ilha urbana de calor (Rodrigues, 2008).



Fonte: Rodrigues (2008)

Figura 3.5 – Regulação da temperatura numa cobertura ajardinada.

Na Figura 3.5 consta a comparação entre os níveis da temperatura do ar, temperatura num terraço de seixo rolado e temperatura num terraço com terra vegetal. Como é possível constatar pela observação da curva da temperatura num terraço com 5 cm de terra vegetal, a aplicação de uma camada de terra vegetal permite estabilizar a variação de temperatura.

Segundo Rodrigues (2008), os principais benefícios ecológicos das coberturas ajardinadas são a reposição do solo roubado pelos edifícios na cobertura, o aumento da eficiência energética dos edifícios e o aumento do tempo de vida útil das membranas impermeabilizantes.

Um estudo realizado num edifício comercial em Singapura com cobertura ajardinada, permite retirar as seguintes conclusões:

- As temperaturas superficiais medidas sob vegetação são inferiores, variando com a área foliar;
- A transferência de calor é superior na zona de pavimento e inferior nas zonas arborizadas;
- As humidades relativas são similares entre a zona de pavimento e vegetação;
- Menor emissão de radiação UV, nas zonas ajardinadas;
- As espécies vegetais irradiam e reflectem menos calor do que a superfície do solo ou do pavimento.

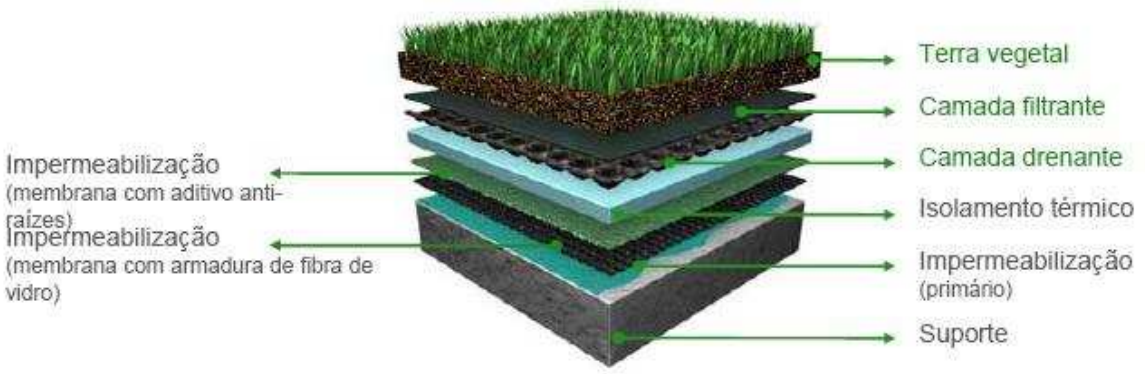
A protecção das coberturas ajardinadas compreende as seguintes camadas, e pode ser observada na Figura 3.6:

- Feltro sintético de protecção mecânica;
- Camada drenante;
- Camada filtrante;
- Camada de suporte da vegetação (substrato) e vegetação.

A camada drenante, com uma espessura mínima de 10 cm, pode ser constituída por materiais granulares, como seixo rolado de granulometria 2 a 3 cm, aplicado sobre feltro sintético não-tecido com 100 a 150 g/m^2.

A camada filtrante, que deve assegurar a retenção da camada suporte da vegetação e sobretudo dos seus elementos mais finos, deve ser permeável à água e ter uma boa resistência.

O substrato deve ter uma espessura adaptada ao tipo de vegetação prevista. Em geral, a espessura mínima desta camada é de cerca de 30 cm. Poderá ainda ser equacionado um sistema extensivo, em que o substrato tem uma espessura que varia entre os 6 e os 12 cm. Neste caso, a vegetação não deverá necessitar de cuidados especiais nem de rega periódica (habitualmente, vegetação rasa) (DOW, 2009).



Fonte: Rodrigues (2008)

Figura 3.6 – Esquema de aplicação de coberturas ajardinadas.

Podem ser definidos dois tipos de coberturas ajardinadas de acordo com a vegetação aplicada: intensiva ou extensiva. Na vegetação intensiva o substrato é de espessura superior a 20 cm, assegurando uma melhor estanquicidade e um tipo de planta que exige uma manutenção regular, na vegetação extensiva o substrato é de espessura inferior a 20 cm, e é constituída por um tipo de plantas que não exige manutenção regular (Vasco, 2008).

Os custos de uma solução deste tipo dependem dos materiais e soluções construtivas, do tipo de vegetação pretendido e da área total da cobertura.

Vãos envidraçados

O controlo das infiltrações de ar implica a reparação e eventual reabilitação da caixilharia exterior (Vasconcelos de Paiva, 2000).

As janelas são os elementos mais vulneráveis da envolvente dos edifícios e são áreas críticas para o conforto térmico, estimando-se que entre 25% a 30% das necessidades de aquecimento são causadas por perdas de calor com origem em vãos envidraçados. A substituição de vidros simples por vidros duplos permite reduzir em, aproximadamente, 50% as perdas de calor para a envolvente. Assim, a reabilitação das superfícies envidraçadas permite reduzir as infiltrações de ar não controladas, aumentar a captação de ganhos solares no Inverno, reforçar a protecção da radiação solar durante o Verão e reforçar o isolamento térmico (PNAEE). As medidas de isolamento térmico nos vãos envidraçados contribuirão tanto para a redução das necessidades de consumo de energia como também para a melhoria das condições de conforto no interior dos edifícios (Vasconcelos de Paiva, 2000). No Quadro 3.5 constam as medidas que devem ser adoptadas para garantir o melhor aproveitamento das superfícies envidraçadas.

Quadro 3.5 – Medidas que devem ser adoptadas para obter o melhor proveito das superfícies envidraçadas. Fonte: AREAM-URE (2009).

Medida	Descrição
Vidros	Vidros duplos de baixa emissividade (perda de calor por radiação) com câmara-de-ar de 15 mm, instalados em caixilharia de baixa transmissão térmica (com corte térmico)
Fachadas com elevada exposição solar	Envidraçados devem ter dispositivos de sombra pelo exterior, de forma a reduzir os ganhos solares no Verão mas permitir ganhos de calor no Inverno.
Janelas com exposição solar directa sem protecção	Vidro deve ter baixo factor solar, mas factor de transmissão de luz visível elevado.
Vãos envidraçados extensos	Devem ter aberturas reguláveis para ventilação natural nos períodos de estio, com entrada de ar ao nível inferior e saída ao nível mais elevado.

Conjuntamente com as medidas adoptadas para reduzir a permeabilidade ao ar dos vãos envidraçados, deverão ser garantidas as condições adequadas de ventilação nos edifícios, de modo a satisfazer as exigências de higiene – que impõem a renovação do ar viciado e a eliminação de maus odores e da humidade em excesso no ambiente interior (Vasconcelos de Paiva, 2000).

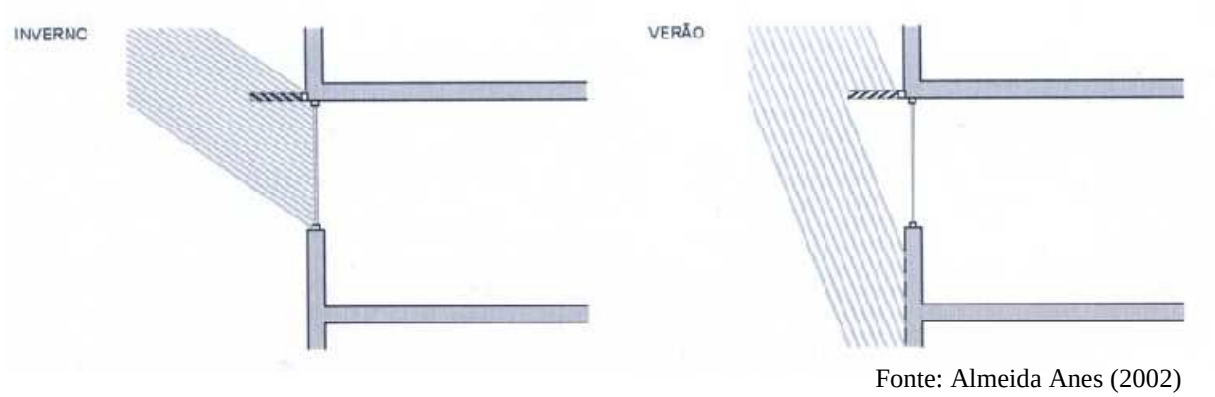
Iluminação e equipamento de escritório

Para Vasconcelos de Paiva (2000), a iluminação natural deve ser a fonte privilegiada para garantir as necessidades de iluminação nos edifícios onde se desenvolvem actividades diurnas, visto que representa o meio mais económico para proporcionar boas condições de conforto visual aos ocupantes. A iluminação natural, para além da poupança de energia que permite, proporciona maior bem-estar e melhor percepção visual dos objectos e condições

psicológicas mais favoráveis, devido à sua variabilidade diária em oposição à monotonia da iluminação artificial.

As medidas visando a melhoria das condições de iluminação natural não podem ser dissociadas das medidas para a reabilitação dos vãos envidraçados. As preocupações com a optimização do recurso à iluminação natural devem estar presentes desde o inicio do desenvolvimento do projecto do edifício, e os espaços devem estar localizados, organizados e orientados em consonância com esse objectivo.

A exposição a Sul representa uma oportunidade privilegiada para aproveitamento dos ganhos solares, porque é a única que permite tirar partido positivo das diferentes alturas do Sol nas estações fria e quente. No Verão o Sol está mais alto, é fácil evitar a incidência directa da radiação solar com palas horizontais de sombreamento exteriores, sem que estas palas obstruam a incidência durante o Inverno, quando a altura do Sol atinge os valores mais baixos, como é possível observar na Figura 3.7.



Fonte: Almeida Anes (2002)

Figura 3.7 – Incidência solar nas palas horizontais, no Verão e no Inverno.

No caso dos vãos virados a Nascente e sobretudo a Poente, o sombreamento é mais difícil de obter do que nos vãos virados a Sul. Desta forma, pode-se optar por recorrer a vegetação de folha caduca, que permite criar condições diferenciadas de sombreamento no Inverno e no Verão.

Segundo o PNAEE, a substituição de sistemas de iluminação ineficientes (como lâmpadas incandescentes) por alternativas de alto rendimento apresenta um forte potencial de melhoria da eficiência energética. As lâmpadas incandescentes podem ser substituídas por lâmpadas compactas fluorescentes que consomem 20% da energia consumida por aquelas e duram até oito vezes mais.

Também a substituição de balastros ferromagnéticos ou convencionais por balastros electrónicos implica poupanças de energia, na ordem dos 25%. Esta substituição é cada vez mais simples dado que os balastros electrónicos podem ser ajustados directamente a qualquer

tipo de lâmpada tubular fluorescente e apresentam como vantagem a eliminação dos efeitos adversos da iluminação no conforto e saúde do utilizador do espaço. Proporcionam ainda o aumento, em 50%, do tempo de vida útil das lâmpadas, eliminação da necessidade de arrancador, redução das perdas, elevado factor de potência, entre outros (EDP, 2009).

Segundo o PNAEE, a substituição dos equipamentos de escritório por outros de menor consumo energético, como computadores portáteis, fotocopiadoras mais eficientes e impressoras centralizadas e multi-funções, entre outros, é uma medida viável e responsável por economias de energia, devido ao crescente consumo de energia associado às tecnologias de informação. Esta medida deve ser acompanhada pela introdução de sistemas de gestão de energia e da adopção de boas práticas na utilização dos equipamentos.

Uma análise custo-benefício das medidas de eficiência energética permite concluir que as mais favoráveis são as que incidem nas coberturas, seguidas das que se referem aos pavimentos sobre espaços exteriores e, por fim, as aplicáveis às paredes exteriores. No que diz respeito aos vãos envidraçados, o custo por metro quadrado da substituição de vidro simples por duplo, ou da substituição da caixilharia por outra com melhor desempenho térmico, é muito maior que o verificado para as paredes exteriores ou coberturas (DGEG, 2004).

As medidas aplicadas aos vãos envidraçados têm, no entanto, um peso significativo no balanço térmico global dos edifícios, podendo ser responsáveis no Inverno por cerca de 35% a 40% das perdas térmicas totais dos edifícios residenciais e no Verão, por problemas de sobreaquecimento interior e por grande parte das necessidades de arrefecimento associadas à envolvente, devendo ser sempre analisada a sua implementação. Na estação fria os vãos envidraçados podem ser responsáveis por situações de desconforto nos ocupantes dos edifícios que permaneçam na sua proximidade, devido a correntes de ar frio causadas por infiltrações de ar através das juntas da caixilharia, e ao efeito radiativo de “superfície fria”, que se verifica quando estes dispõem de vidro simples (DGEG, 2004).

Arquitectura bioclimática

A arquitectura bioclimática permite obter os maiores benefícios das condições climáticas envolventes, evitando o consumo de energia e tornando os edifícios mais sustentáveis.

Segundo Omer (2006), o design dos edifícios desempenha um papel preponderante na defesa contra as condições climáticas, e considera-se que os edifícios devem ser desenhados de acordo com o clima local, reduzindo, desta forma, a necessidade de climatização artificial. Segundo este autor, o design bioclimático tenta abordar os seguintes tópicos:

- Desenvolvimento sustentável;
- Depleção do capital natural;
- Análise do ciclo de vida dos edifícios;
- Efeitos poluentes dos edifícios no ambiente;
- Redução do consumo de energia;
- Saúde humana e conforto.

A arquitectura bioclimática tem como objectivo garantir as necessidades dos ocupantes ao mesmo tempo que tira partido das condições da envolvente, criando um ambiente de trabalho mais saudável e confortável através de uma interacção dinâmica entre o homem, o edifício e o clima. Desta forma, aposta em estratégias de integração de sombra e iluminação natural e redução da utilização de sistemas de ar condicionado (Omer, 2006).

Segundo Rosmaninho (2009), na arquitectura tradicional, regionalista, a sensibilidade para as questões da arquitectura bioclimática é evidente (por razões económicas, tecnológicas e culturais) – embora mais defensiva que optimizadora. Por exemplo, a *Villa Rotonda* de Palladio, tem uma planta centralizada simétrica, mas a ocupação e a envolvente externa das fachadas Norte e Sul (iguais) são diferenciadas, potenciando a ventilação natural e a adopção de exigências ambientais específicas.

A climatização dos edifícios pode ser conseguida recorrendo a estratégias passivas, como a ventilação nocturna, que permite a passagem de ar durante a noite pelo interior do edifício, arrefecendo a sua massa térmica. O frio assim acumulado é utilizado para contrariar os ganhos de calor do edifício durante o dia, mantendo a temperatura dentro de níveis confortáveis para os ocupantes do espaço.

Segundo Cardinale *et al fide* Pires *et al* (2005), a ventilação natural é a melhor forma para arrefecer edifícios, de forma passiva e sem consumos de energia, na região mediterrânica. Esta estratégia deve, obviamente, ser evitada no Inverno.

Um estudo realizado em edifícios de serviços em Inglaterra permite concluir que a ventilação nocturna é um método viável para resolver o problema do sobreaquecimento dos edifícios e que nos espaços ventilados durante a noite, as temperaturas apresentam valores inferiores ao habitual durante o dia seguinte, particularmente no inicio do período de trabalho (Pires *et al*, 2005).

Segundo Pires *et al* (2005) que cita Pfafferott *et al*, em climas moderados, o arrefecimento dos edifícios recorrendo à ventilação nocturna é uma abordagem promissora para a redução das

necessidades energéticas devidas à utilização de sistemas de ar condicionado, e não implica a redução do conforto térmico.

Boas práticas

O desempenho dos colaboradores e clientes de uma organização, no que diz respeito ao consumo de energia e à utilização eficiente dos equipamentos, pode influenciar significativamente o seu desempenho energético e muitas empresas já reconheceram este potencial.

O compromisso dos colaboradores para com os objectivos de desempenho ambiental e energético da empresa e a adopção de boas práticas como eliminação de consumos em *stand-by* e *off-power* e redução da iluminação artificial, permitem alcançar resultados significativos na redução da factura energética, ao mesmo tempo que não têm custos de investimento.

Assim, muitas empresas procuram oportunidades para motivar os seus clientes a agirem de forma mais sustentável. A empresa canadiana, BC Hydro tem um programa, o *Power Smart*, que fornece incentivos financeiros aos clientes que substituam produtos ineficientes por tecnologias energeticamente mais eficientes (WBCSD, 2008).

Um dos mecanismos propostos pelo programa *Power Smart* é o *Employee Energy Awareness*, que defende que quando os colaboradores se encontram motivados e conscientes dos objectivos de conservação de energia da organização, é mais provável que estes sejam alcançados na sua totalidade.

A empresa realiza workshops e os participantes recebem material informativo e educacional, indicando ainda ao cliente os passos necessários para planear e implementar uma campanha de poupança de energia bem sucedida.

O *Employee Energy Awareness* tem como missão alcançar todos os níveis de uma organização e envolver todos os colaboradores no processo de melhoria da eficiência energética. Segundo a BC Hydro (2009), se toda a equipa de uma empresa estiver comprometida em melhorar o desempenho energético, serão descobertas novas formas de reduzir os desperdícios e melhorar a eficiência. A empresa comprovou que este programa tem resultados reais e que o esforço dos colaboradores traz benefícios a qualquer iniciativa de conservação de energia numa indústria.

Os benefícios chave desta iniciativa são:

- Poupanças diárias: com toda a equipa envolvida na redução dos desperdícios de energia são registadas poupanças significativas na factura energética e nos custos de manutenção.
- Melhoria continua: a cultura de conservação de energia permitirá continuar a descobrir novas formas de poupar energia no futuro.
- Liderança: o compromisso da empresa em eficiência energética e gestão ambiental será reconhecido pelos seus pares e clientes.

A BC Hydro possui iniciativas técnicas que permitem o financiamento de estudos e auditorias energéticas, entre 75% a 100% do custo total (até um tecto de CN $ 20 000). A empresa justifica este tipo de investimento com as oportunidades de melhoria encontradas no processo de auditoria energética, informação valiosa que é obtida e conhecimento dos sistemas da organização (BC Hydro, 2009).

3.5. A actividade portuária e a navegação

Na UE o principal responsável pelo consumo de energia é o sector dos serviços (Pérez-Lombard *et al*, 2008b), no entanto, em Portugal, o sector dos transportes é responsável pela maior fatia do consumo de energia, seguido pela indústria (DGEG, 2009).

O sector portuário compreende várias actividades, que derivam dos vários serviços prestados, nomeadamente: movimentação de navios e mercadorias, administração e gestão portuária, patrulha da costa, actividades de recreio e pesca, entre outras. Desta forma, a actividade portuária compreende dois sectores altamente responsáveis pelo consumo de energia e emissão de poluentes atmosféricos: o sector dos serviços e o dos transportes; tendo a melhoria da eficiência energética da indústria portuária um enorme potencial ainda por explorar.

O comércio por via marítima é responsável por mais de 80% do volume de comércio mundial e a procura do transporte marítimo está fortemente ligada ao crescimento económico (IMO, 2009). A mudança de localização da produção industrial dos Estados Unidos e da Europa, onde os bens são consumidos, para a China e Ásia implica que os cargueiros têm de percorrer maiores distâncias (Vidal, 2008).

Na União Europeia existem 1200 portos e a maior frota mercante do mundo, sendo que 90% do comércio externo e 40% do comércio interno europeu são realizados por via marítima. As regiões costeiras europeias abrigam 50% da população da UE, sendo responsáveis por cinco

milhões de empregos e cerca de 5% do PIB provém directamente das indústrias e dos serviços do sector marítimo (EUROPA – O portal da União Europeia, 2007b).

Segundo a CE (2009b), o transporte marítimo consome apenas um décimo do combustível por tonelada/milha requerido pelo transporte terrestre, e o transporte marítimo de curto curso tem potencial para criar rotas alternativas ao longo das "auto-estradas do mar" entre os portos europeus. O comércio marítimo quadruplicou nos últimos 40 anos, na Europa, e espera-se que o transporte de contentores triplique até 2020.

As estatísticas do *Department of Environment, Food and Rural Affairs* do Reino Unido indicam que o transporte marítimo é mais eco-eficiente que o transporte rodoviário. A Figura 3.8 indica que as emissões de CO_2 provenientes do transporte marítimo são 63% inferiores às do transporte rodoviário.

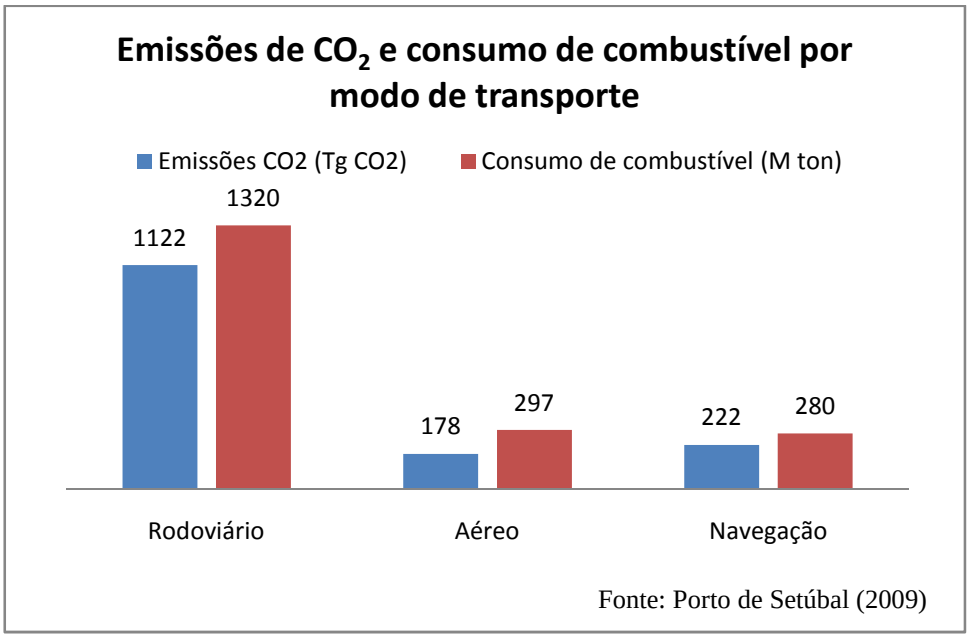


Figura 3.8 – Emissões de CO_2 e consumo de combustível por modo de transporte.

A navegação internacional garante a procura global de alimentos, energia, matérias-primas e produtos finais. Aparte o comércio e o transporte são desempenhadas outras funções pelos navios, como prestação de serviços *offshore*, desenvolvimento de infra-estruturas, pesca, pesquisa e serviços de reboque (IMO, 2009).

Os navios que circulam nas rotas comerciais são abastecidos com o combustível mais barato e mais poluente do mundo: o *heavy fuel oil*. Este combustível, consumido por todos os grandes navios, é o resíduo das refinarias, é 60% mais barato que os combustíveis mais refinados e registou-se um aumento considerável do seu consumo nos últimos anos. Estima-se que em

2007 a navegação internacional emitiu 870 milhões de toneladas de CO_2, constituindo 2,7% do total de emissões globais nesse ano (IMO, 2009).

O transporte marítimo produz um leque vasto de emissões, sendo os componentes chave:

- Dióxido de carbono (CO_2);
- Óxidos de azoto (NO_x);
- Monóxido de carbono (CO);
- Compostos Orgânicos Voláteis (COV);
- Dióxido de enxofre (SO_2);
- Partículas (PM) (IMO, 2009).

Devido ao seu contributo para a acidificação do solo e da água, as emissões de SO_2 e NO_x representam um grave problema em grande parte da Europa. O NO_x contribui ainda para a formação de ozono troposférico, que provoca danos na vegetação bem como na saúde humana, e contribui para o aquecimento global. Este poluente contribui ainda para a eutrofização que afecta negativamente a biodiversidade, tanto em terra como nas águas costeiras (IMO, 2008).

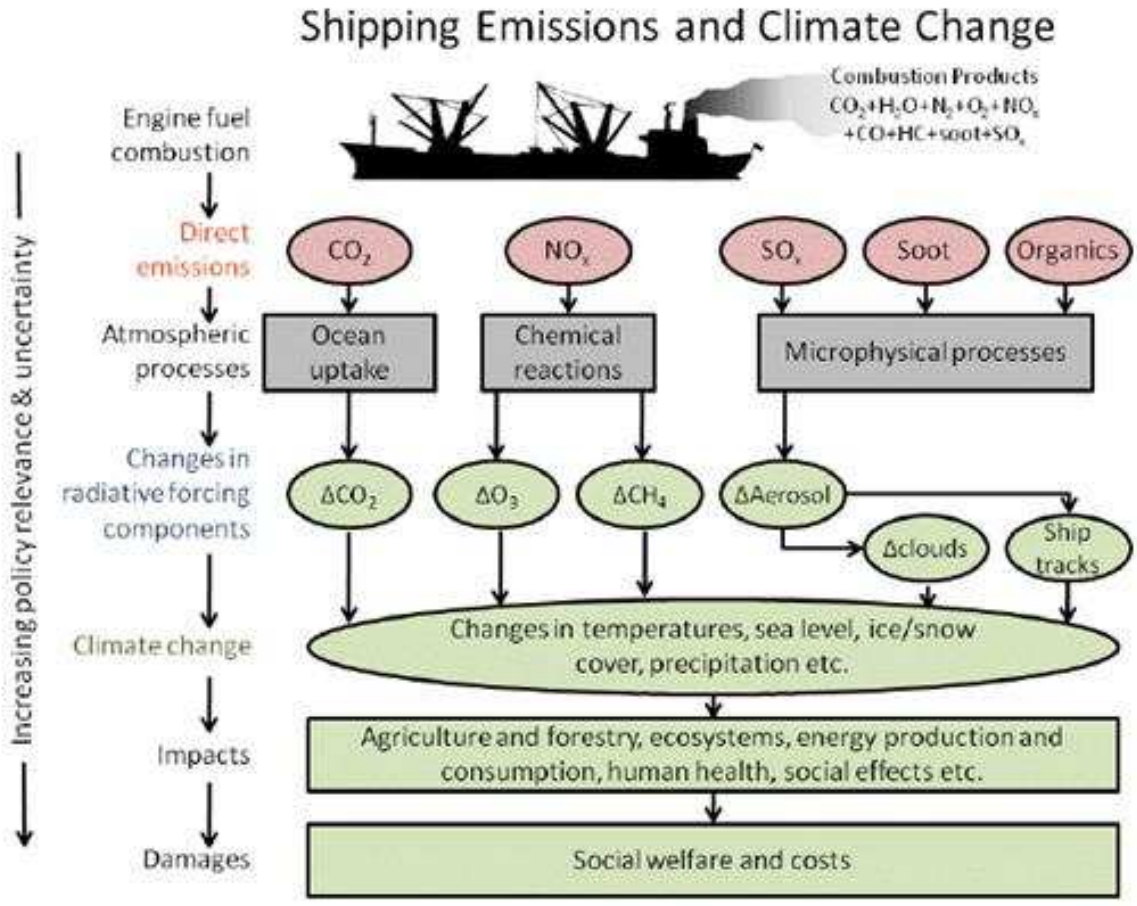
A Figura 3.9 expõe os impactes das emissões da navegação nas alterações climáticas.

As emissões provocam alterações na abundância de certas espécies químicas na atmosfera, através de processos atmosféricos estas espécies podem sofrer reacções químicas e ser absorvidas/removidas por diversos sumidouros (superfícies aquáticas ou terrestres). Estas alterações podem afectar o balanço radiativo da atmosfera, afectando o clima de diversas formas, como alteração da temperatura global e local, nível do mar, alterações na precipitação, cobertura de gelo e neve. Por outro lado, estes impactes físicos afectam a sociedade, e representam custos, através dos seus efeitos na agricultura, floresta, produção de energia e saúde humana (IMO, 2009).

As emissões dos navios que navegam nas rotas de comércio internacional nos mares que rodeiam a Europa – mar Báltico, mar do Norte, a parte nordeste do Atlântico, o Mediterrâneo e o mar Negro – foram estimadas, em 2000, em 2,3 Mton de SO_2, 3,3 milhões de toneladas de NO_x e 0,25 Mton de PM por ano (IMO, 2008).

A redução das emissões de CO_2 da frota mundial de navios de grandes dimensões não tem sido, até agora, uma prioridade para os governos ou armadores. Os cenários mostram, que, até

2050, e na ausência de políticas, as emissões dos navios podem aumentar entre 150% e 250% (comparado com níveis de 2007) como resultado do aumento da navegação (IMO, 2009).



Fonte: IMO (2009)

Figura 3.9 – Diagrama esquemático dos impactes globais das emissões da navegação.

As emissões provenientes do transporte marítimo não foram incluídas no Protocolo de Quioto, competindo à International Maritime Organization (IMO) procurar soluções para este problema. Dentro da IMO discute-se a melhor forma de aplicar o princípio da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas (CQNUAC) da "responsabilidade comum mas diferenciada" às emissões de GEE provenientes da navegação internacional, em vez do princípio base da IMO de "não existência de tratamento favorável". Alguns países defendem que as medidas a aplicar deviam cingir-se apenas aos países do Anexo I, de acordo com o princípio da "responsabilidade comum mas diferenciada", outras delegações defendem que a redução das emissões relativas à navegação internacional deve assentar numa base voluntária para os países em desenvolvimento (IMO, 2009).

Ao abrigo da legislação actual espera-se que as emissões de SO_2 e NO_x, imputáveis ao transporte marítimo, aumentem entre 40% a 50% até 2020, comparando com níveis de 2000.

Espera-se que até 2020 as emissões de ambos os poluentes, provenientes do transporte marítimo à volta da Europa, igualem ou superem o total de emissões de todas as fontes terrestres de todos os estados membros da UE-27 combinados (estas estatísticas referem-se apenas a navios que fazem rotas de comércio internacional) (Seas at Risk *et al*, 2008).

O aumento da eficiência energética dos navios implica a redução da emissão de poluentes (IMO, 2009) e, desta forma, em 1997 na Convenção MARPOL da IMO, chegou-se a acordo – no Anexo VI – para tentar controlar as emissões dos navios, que entrou em vigor em 2005. Este acordo inclui um tecto global de 4,5% de enxofre no combustível, e contém indicações para a criação de áreas especiais de controlo de emissões (ECA) com regras mais rígidas para o controlo das emissões de enxofre (nas ECA o conteúdo de enxofre no combustível não deve exceder 1,5%). Como alternativa os navios podem utilizar um sistema de limpeza dos gases de exaustão ou outros métodos para limitar as emissões de SO_2. São também limitadas as emissões de NO_x dos novos navios, mas os parâmetros são muito fracos não tendo, na prática, efeito apreciável (Seas at Risk *et al*, 2008).

Durante as negociações da revisão do Anexo VI, os estados membros da IMO chegaram a acordo, em 2008, num encontro do Marine Environment Protection Committee (MEPC). Segundo o acordo, o conteúdo em enxofre de todos os combustíveis marinhos terá um tecto mundial de 0,5% a partir de 2020. Numa primeira fase, o tecto global será 3,5% até 2012. As ECA enfrentarão um limite mais rígido de 1% em 2010 e 0,1% em 2015 (Seas at Risk *et al*, 2008).

Também se chegou a acordo nos parâmetros de emissão de NO_x para os novos motores de navios, em duas fases. Na primeira fase, as emissões seriam reduzidas entre 15 e 20% até 2011, relativamente a 2000, e na segunda fase até 80% até 2016. O segundo limite seria aplicado apenas nas ECA. No que diz respeito aos motores existentes não se esperam reduções significativas – foi acordado que alguns dos maiores motores pertencentes ao período 1990-1999 deveriam adaptar um kit de redução de emissões que se espera reduzir as emissões de NO_x entre 10 e 20%.

No Quadro 3.6 constam os resultados esperados devido à redução das emissões, como consequência das medidas constantes do Anexo VI.

As emissões originadas nos portos tendem a aumentar devido ao crescimento nas exportações e importações de bens. Reduzir as emissões relacionadas com a actividade portuária (incluindo navios, camiões, comboios e equipamentos dos terminais, bem como processos industriais) é uma componente chave na transição para um sistema de portos sustentáveis (PMV, 2008).

Quadro 3.6– Reduções nas emissões resultantes das medidas constantes no Anexo VI da Convenção da MARPOL.

Fonte: Seas at Risk *et al* (2008)

Poluente (g/kWh)	Global	ECA
NOx	15-20%	80%
SOx *	80%	96%
PM10 **	73%	83%

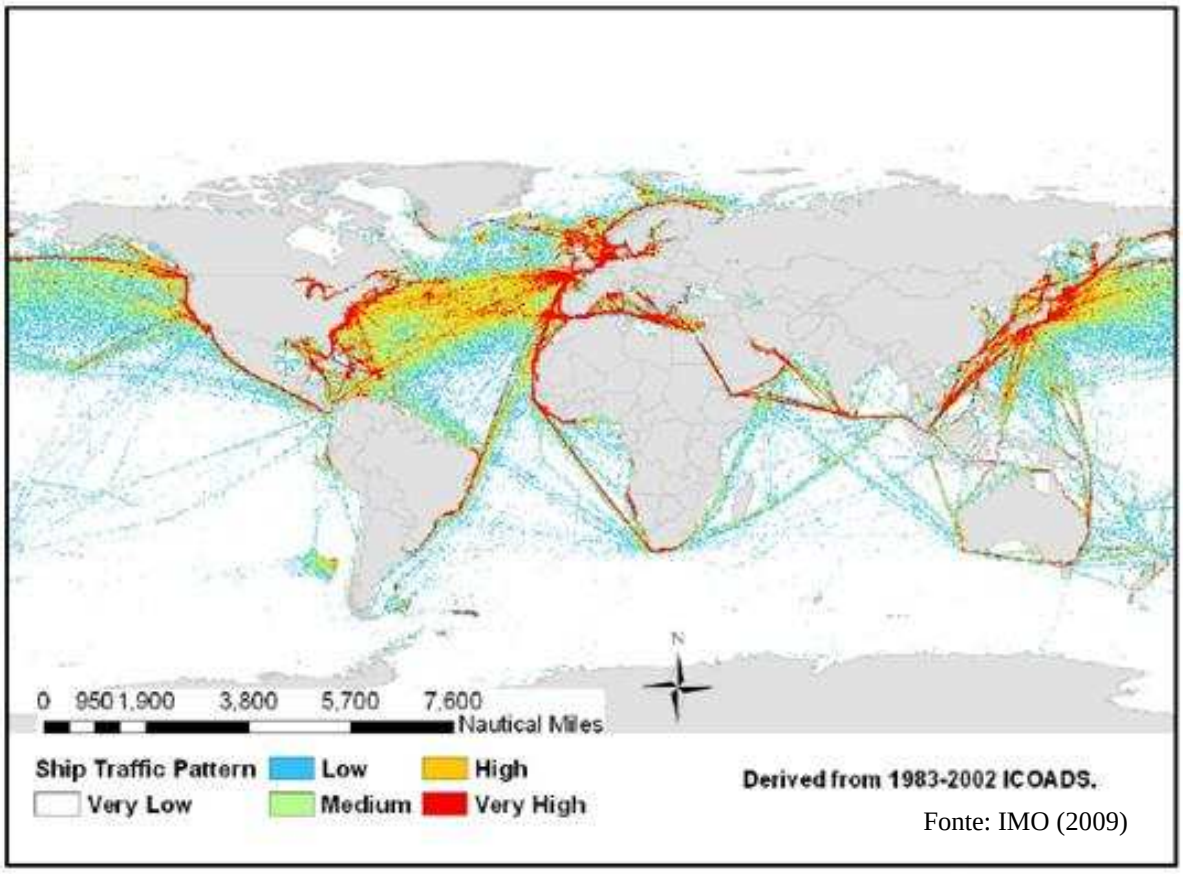
*Redução relativa a combustível com conteúdo 2,7% de enxofre.

**Redução esperada de PM10 devido à mudança da composição do combustível

3.5.1. Impactes da navegação na saúde humana

As emissões da navegação internacional matam aproximadamente 60 000 pessoas por ano, incluindo 27 000 na Europa, representando um custo anual para a sociedade de mais de 200 000 milhões de euros. Os impactes na saúde concentram-se nas regiões costeiras ao longo das grandes rotas comerciais, identificadas na Figura 3.10, registando-se metade dos impactes no sudoeste asiático (Seas at Risk *et al*, 2008), e nas comunidades adjacentes a portos, onde o risco de cancro é mais elevado e as populações são mais susceptíveis a infecções respiratórias, asma e problemas cardiovasculares (Cold Ironing, 2007). Um terço de todas as mortes devidas às emissões da navegação foi registado na Europa, e nos EUA aproximadamente um décimo (Seas at Risk *et al*, 2008).

As partículas emitidas pela navegação estão ligadas a mortes prematuras, dado que se alojam nos pulmões e são suficientemente pequenas para passar através dos tecidos e entrar na corrente sanguínea, onde podem desencadear reacções inflamatórias que podem causar falhas nos pulmões e coração. As emissões dos navios podem também conter partículas cancerígenas (Seas at Risk *et al*, 2008). Os portos contribuem com 34% das partículas responsáveis por riscos para a saúde humana (Cold Ironing, 2007).



Fonte: IMO (2009)

Figura 3.10 – Principais rotas comerciais mundiais.

3.5.2. Soluções para a poluição gerada pela navegação

No que diz respeito à navegação, a eficiência dos navios pode ser melhorada, existindo, no entanto, resistência por parte dos armadores perante a adopção de medidas.

As emissões provenientes do transporte marítimo poderiam ser reduzidas pela simples redução da velocidade de viagem dos navios, uma vez que uma redução de 10% na velocidade do navio implica 23% de redução das emissões de CO_2. No entanto, os armadores resistem a esta medida, argumentando que se os navios navegarem mais devagar então serão necessários mais navios, o que aumentará as emissões. Os armadores podem projectar navios mais eficientes, utilizar combustível de melhor qualidade e adoptar equipamento de *scrubbing* (IMO, 2009).

Já existem medidas em vigor: os navios Emma Maersk, apesar de serem os maiores do mundo na sua categoria, estão entre os navios mais eficientes no uso de energia, visto que reciclam o calor emitido.

Segundo a IMO, no relatório *Prevention of air pollution from ships* de 2009, existem quatro categorias fundamentais de opções para reduzir as emissões da navegação:

1. Aumentar a eficiência energética, i.e. realizar mais trabalho útil com o mesmo consumo de energia. Isto aplica-se tanto ao design como às operações dos navios;
2. Utilizar fontes de energia renováveis, como eólica ou solar, como energia adicional. O uso deste tipo de energia é limitado, tanto pela quantidade total de energia que consegue ser convertida desta forma, como devido à sua disponibilidade e capacidade actual para a utilizar;
3. Utilizar combustíveis com menos emissões por unidade de trabalho realizada, como os biocombustíveis e gás natural;
4. Utilizar tecnologias que reduzam as emissões.

O potencial de poupança de energia combinando estas opções é muito significativo, e concluiu-se que combinando tecnologia conhecida e melhores práticas é possível tornar a indústria do transporte marítimo entre 25% a 75% mais energeticamente eficiente, dependendo do tipo de navio e do grau de compromisso do armador (IMO, 2009).

Segundo Christian Eyde Moller, CEO do Grupo DK de Roterdão, uma companhia líder em tecnologia naval, os motores dos navios estão mais eficientes, o que significa que podem utilizar combustível menos refinado, o que resulta em mais poluição. A indústria naval é mais eficiente por contentor, que nunca, mas ignora o consumo de combustível e o impacte no ambiente e na saúde (Vidal, 2008).

Assim, a indústria naval detém um papel essencial nas rotas de comércio mundiais e na distribuição de bens, sendo responsável por milhares de mortes anuais e inúmeros custos ambientais e económicos para a sociedade. A informação e tecnologia para corrigir o problema das emissões causadas pela navegação internacional está disponível, resta apenas aos armadores e aos governos aplicar as medidas necessárias para promover uma navegação mais sustentável.

Os portos detêm um papel muito importante na melhoria do desempenho energético e ambiental dos navios. Organizações como o *Bureau Green Award* fomentam uma navegação mais sustentável, através de incentivos económicos, e a adopção de tecnologias que permitem o fornecimento de energia eléctrica proveniente de uma fonte terrestre aos navios, permite tornar a navegação internacional e a actividade portuária mais sustentável.

3.6. Green Award

A missão desta organização é promover um desempenho seguro e ambientalmente consciente por parte dos navios e da tripulação, alcançando aceitação internacional, reconhecimento,

regulação e coordenação da certificação *Green Award*. Trata-se de uma organização sem fins lucrativos, independente e neutral, que pretende criar preferências de mercado para a arqueação de qualidade (GAF, 2008a).

A *Green Award* batalha para criar uma rede de "Portos *Green Award*" com padrões de segurança e ambiente mais rigorosos que os exigidos por lei. Em muitos portos mundiais os navios certificados *Green Award* recebem uma redução considerável nas tarifas portuárias (GAF, 2008a).

Existe um número crescente de armadores a reconhecer que a segurança e limpeza extra dos seus navios são trunfos válidos, e que os custos envolvidos na certificação *Green Award* são rápida e facilmente amortizados.

Assim, a bandeira *Green Award* é arvorada pelos armadores para provar que são empresários socialmente conscientes, sendo a recompensa deste esforço não só de natureza financeira e económica, mas também prova da sua atitude responsável. Os armadores constroem assim uma imagem positiva que se traduz na relação com os clientes e parceiros de negócios, aumentando o sucesso da navegação moderna.

Os requisitos do *Green Award* estão divididos em três grupos (GAF, 2008a):

- Critérios Base: regulações internacionais e legislação estabelecidas pelas convenções da IMO.
- Critérios de ranking: futuras convenções da IMO e orientações da indústria, recomendações e orientações da IMO e outras organizações, requisitos adicionais Green Award (segurança, ambiente e gestão), elementos da ISO 9000:2005, requisitos regionais (por exemplo, da União Europeia).
- Inspecção visual: assuntos relativos à manutenção e condição do casco, convés, maquinaria e equipamento.

Em Portugal, as reduções nas taxas portuárias estão previstas no Regulamento do Sistema Tarifário dos Portos do Continente (RST), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 273/2000, de 9 de Novembro. O certificado *Green Award* pode ser atribuído a navios-tanque petrolíferos e a graneleiros, no entanto, em Portugal o RST apenas prevê a concessão de reduções para navios-tanque petrolíferos. De acordo com o referido Decreto-Lei, *os navios tanque que transportem petróleo bruto ou refinados de petróleo e sejam titulares do certificado do Bureau Green Award de Roterdão e cumpram os respectivos requisitos, receberão uma redução traduzida num "prémio verde", quando o requeiram*.

A APS atribui uma redução de 5% na taxa de uso portuário aplicável aos navios-tanque que transportem petróleo bruto ou refinados do petróleo que apresentem o certificado *Green Award* (GAF_b, 2008)).

3.7. Cold Ironing (Programa C40)

O programa C40 Cities – *Climate Leadership Group* surgiu em Outubro de 2005 no seguimento de um encontro de representantes de dezoito grandes cidades mundiais, realizado em Londres, onde se discutiu a necessidade de unir esforços para combater o aquecimento global e as alterações climáticas. Esta iniciativa tem como objectivo reduzir as emissões de GEE e melhorar a eficiência energética (C40 Cities, 2009).

A *World Ports Climate Initiative* (WPCI) é o resultado do trabalho conjunto de cinquenta e cinco dos maiores portos do mundo que uniram esforços para realizar acções concretas para combater as alterações climáticas (WPCI, 2009).

A missão da WPCI é despertar a atenção dos portos e da comunidade marítima para a necessidade de se envolverem no combate às alterações climáticas e às suas causas. O objectivo é realizar estudos, criar estratégias e acções para reduzir as emissões de GEE e melhorar a qualidade do ar, fornecer uma plataforma para o sector marítimo portuário partilhar informação e disponibilizar dados sobre os efeitos das alterações climáticas no ambiente das comunidades adjacentes aos portos e medidas para a sua mitigação (WPCI, 2009).

As cidades detêm um papel preponderante no combate às alterações climáticas, visto que as áreas urbanas consomem 75% da energia mundial e são responsáveis por mais de 75% das emissões de GEE (C40 Cities, 2009).

O programa C40 apresenta medidas para as seguintes áreas: Edifícios, Energia, Iluminação, Portos, Renováveis, Transportes, Resíduos e Água. No que diz respeito aos portos, este programa apresenta o exemplo de cidades, como Gotemburgo, na Suécia, e Seattle, nos EUA, que já dispõem de tecnologia que lhes permite fornecer energia eléctrica aos navios, reduzindo as emissões de GEE e tornando a navegação e a actividade portuária mais sustentáveis (C40 Cities, 2009).

O processo de desligar os motores auxiliares dos navios enquanto estão ancorados no porto e abastecer o navio com energia eléctrica proveniente de uma fonte localizada em terra é conhecido como *Shore Side Power*, *Alternative Maritime Power*, *Onshore Side Power* e *Cold*

Ironing. Sem este sistema, os motores auxiliares dos navios estão constantemente a trabalhar para produzir energia para iluminação, ventilação, bombas, comunicações, aquecimento de combustível, entre outros (CEPAARB, 2006).

O c*old ironing* permite reduzir significativamente as emissões dos navios e o ruído provocado pelos motores auxiliares, beneficiando a qualidade do ar do porto e das cidades adjacentes, bem como as condições de trabalho dos trabalhadores dos cais e do navio (Bunkerspot, 2006). Esta medida pode ainda reduzir as emissões de CO_2 a um mínimo se forem utilizadas fontes de energia renováveis, como energia eólica, para produzir a energia eléctrica fornecida aos navios (C40 World Ports, 2008).

A marinha dos EUA utiliza este sistema em várias bases espalhadas pelo mundo, de forma rotineira e há várias décadas. Actualmente, a utilização do *cold ironing* está a ser feita, ou planeada, em navios de passageiros, contentores, graneleiros, carga refrigerada, transporte de automóveis e petroleiros (CEPAARB, 2006).

No Quadro 3.7 constam as exigências dos vários tipos de navios, no que diz respeito à potência a ser fornecida pelo *cold ironing*.

Quadro 3.7 – Requisitos de potência de acordo com a tipologia do navio.

Fonte: AAPA (2007).

Tipo de navio	Requisitos de potência (MW)
Contentores	1 - 4
Passageiros	7
Carga refrigerada	2
Transporte de automóveis	0,7
Petroleiros	5 - 6
Graneleiros/Carga Geral	0,3 - 1

Segundo Bunkerspot (2006), na maioria dos casos os benefícios ambientais do *cold ironing* excedem claramente os custos, e a Comissão Europeia recomenda aos estados membros da União Europeia que encorajem os seus portos a adoptar este sistema.

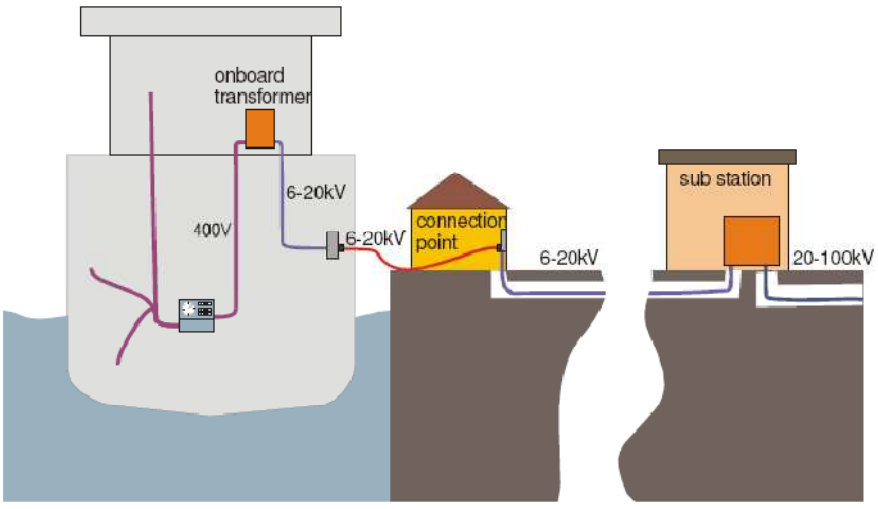
Notar que o *cold ironing* não aumenta a eficiência energética do terminal (C40 Cities, 2009), permite sim diminuir as emissões de poluentes atmosféricos, visto que a energia consumida pelo navio é proveniente de um *mix* energético onde constam fontes renováveis e porque as emissões provenientes da produção de electricidade numa qualquer central termoeléctrica a carvão europeia são inferiores às emissões dos motores auxiliares dos navios (C40 World Ports, 2008).

O porto de Gotemburgo foi o primeiro porto no mundo a oferecer energia eléctrica proveniente de terra (em alta tensão) aos navios, sendo o primeiro navio conectado em Janeiro de 2000 (Bunkerspot, 2006).

Em 2005, o porto de Los Angeles realizou um estudo onde comparava a utilização de combustível com baixo teor de enxofre com o sistema *cold ironing*. Concluiu-se que o combustível com baixo teor de enxofre reduz significativamente as emissões de SO_2 e partículas não reduzindo, no entanto, de forma significativa as emissões de NO_x. O *cold ironing* apresenta como vantagem o facto de reduzir significativamente as emissões dos três poluentes: NO_x, SO_2 e PM (Cold Ironing, 2007).

Os portos não estão preparados para prestar este tipo de serviços aos navios, nem os navios estão equipados para receber energia eléctrica desta forma. No entanto, esta situação tende a mudar e, por todo o mundo, o interesse por esta tecnologia está a aumentar rapidamente, devido a legislação ambiental mais rígida, maior enfoque nas emissões provenientes dos portos e da navegação e, mais recentemente, aumento dos preços dos combustíveis. A colaboração entre os *stakeholders* é vital na fase inicial do processo – por exemplo, no planeamento de novos cais e construção de novos navios – para que a tecnologia seja implementada de forma custo-eficaz (C40 World Ports, 2008).

Na Figura 3.11 consta o esquema de implementação do *cold ironing* onde é possível observar a necessidade de uma subestação eléctrica onde a energia recebida, entre 20 a 100 kV, é convertida entre 6 e 20 kV, um ponto de ligação onde se efectua o controlo da energia fornecida ao navio e a ligação do sistema ao transformador de bordo, através de cabos capazes de suportar uma tensão entre 20 e 100 kV (C40 World Ports, 2008).



Fonte: C40 World Ports (2008)

Figura 3.11 – Esquema do fornecimento de energia eléctrica proveniente de uma fonte terrestre aos navios.

Devido às diferenças na potência exigida pelos navios são necessários transformadores, para fornecer a tensão adequada, na maioria dos navios. Estes transformadores podem estar localizados nas infra-estruturas do porto ou nos navios (CEPAARB, 2006).

Esta tecnologia apresenta vantagens e desvantagens, que podem ser consultadas no Quadro 3.8.

Quadro 3.8 – Vantagens e desvantagens do *cold ironing*.

Fonte: C40 World Ports (2008).

Vantagens	**Desvantagens**
Redução significativa das emissões locais, que beneficia os trabalhadores do porto e do navio, e as comunidades adjacentes ao porto.	O *cold ironing* oferece benefícios ambientais quando o navio está atracado, mas não durante a viagem. A tecnologia deve ser combinada com outras soluções para reduzir as emissões.
À medida que os preços dos combustíveis aumentam rapidamente e a nova legislação entra em vigor, as vantagens económicas para muitas companhias de navegação aumentam quando se considera o *cold ironing* como uma alternativa ao combustível correntemente utilizado.	A frequência da electricidade do porto pode não ser compatível com a exigida pelos navios. A electricidade nos EUA e em algumas partes do Japão tem uma frequência de 60 Hz, enquanto no resto do mundo tem 50 Hz. Os navios são construídos exclusivamente para 50 ou 60 Hz, dependendo do tipo/tamanho do navio. O equipamento necessário para converter a frequência aumenta consideravelmente os custos tanto para o porto como para o armador.
Eliminação do ruído e vibração devido aos motores auxiliares enquanto o navio está no cais, o que melhora as condições de trabalho tanto para os trabalhadores do navio como para os que operam nos cais.	A segurança no manuseamento dos cabos de alta voltagem.
Se forem utilizadas fontes de energia renováveis o *cold ironing* pode praticamente neutralizar as emissões de CO_2 e outras.	

De acordo com o CEPAARB (2006), o custo médio de implementar as infra-estruturas necessárias para o *cold ironing* num navio é US $ 500 000 sem um transformador a bordo, e US $ 1 500 000 por navio com um transformador a bordo.

No que diz respeito aos portos, os custos com infra-estruturas devem-se essencialmente a modificações na rede eléctrica existente de forma a fornecer energia suficiente para os terminais. A título de exemplo considere-se o estudo realizado pela CEPAARB (2006), onde se estima que o custo médio das obras e alterações necessárias para construir a infra-estrutura de suporte a esta tecnologia é US $ 3 500 000 por terminal, sem transformadores. O custo de um transformador e equipamento adicional é US $ 1 500 000 por cais. Assim, se um terminal for constituído por três cais, o custo total das infra-estruturas do c*old ironing* será US $ 8 000 000 (US $ 3 500 000 para os custos gerais do terminal e US $ 4 500 000 para os três transformadores necessários).

É necessário criar padrões para o fornecimento de energia aos navios e esta tarefa cabe à IMO que iniciou um processo de normalização com a International Organization for Standardization (ISO). O porto de Gotemburgo sugeriu a criação de um incentivo para os navios em que usufruem de isenção de impostos na electricidade fornecida. Além de tornar o *cold ironing* mais apelativo para os *stakeholders*, aumentará a vantagem económica deste sistema face ao combustível marítimo.

A utilização do *cold ironing* vai depender muito do preço dos combustíveis. Assim, a construção de novos terminais portuários já deve contemplar a possibilidade de fornecer energia eléctrica aos navios, devido ao aumento esperado no preço dos combustíveis, como consequência da inevitável escassez de combustíveis fósseis.

Quando se analisam os impactes do *cold ironing* deve-se ter em consideração a produção de electricidade e a sua comparação com o consumo de combustível. Vários estudos demonstram que – independentemente da fonte de produção de electricidade utilizada – existe um benefício global na utilização de electricidade proveniente de terra. Para garantir que o projecto é tão sustentável quanto possível o porto de Gotemburgo utiliza uma fonte de energia renovável – o vento – para produzir a electricidade fornecida aos navios. É necessário esclarecer que o *cold ironing* não é uma medida universal: é mais custo-eficaz para os navios que visitam frequentemente o mesmo porto, e para aqueles que apresentam tempos de acostagem mais longos (Bunkerspot, 2006).

Na implementação do *cold ironing* é importante incluir os *stakeholders*. Como *stakeholders* potencialmente interessados e com informação importante para o processo entendem-se armadores, companhias de navegação, proprietários de bens a ser transportados, autoridades ambientais locais, fornecedores da tecnologia, fornecedores de energia, construtores de navios

e a autoridade portuária/operador do terminal, na fase de planeamento do projecto (C40 World Ports, 2008).

O C40 World Ports (2008) apresenta uma metodologia para aplicação do *cold ironing*, que será aplicada nas oportunidades de melhoria.

4. Metodologia

4.1. Abordagem geral

Na elaboração do presente trabalho foi necessário desenvolver uma componente de revisão da literatura, com o objectivo de conhecer o estado da arte nos temas abordados. Procurou-se reunir informação sobre o panorama energético mundial e nacional, nomeadamente no que diz respeito à dependência dos combustíveis fósseis e à existência de um grande potencial de poupança de energia recorrendo à eficiência energética. Pesquisaram-se artigos científicos relativos aos temas da eficiência energética e auditorias energéticas, desempenho energético de edifícios de serviços e técnicas disponíveis para optimizar o consumo de energia, nomeadamente reabilitação de edifícios.

Para a realização da auditoria energética estudaram-se várias metodologias, adaptando-as posteriormente às necessidades do presente trabalho. Assim, chegou-se à metodologia para a auditoria energética apresentada na Figura 4.1. Os dados trabalhados, na auditoria energética, resultam de dados fornecidos pela APS bem como de dados recolhidos durante o trabalho de campo e inventários realizados nos edifícios, e dizem respeito ao consumo de energia eléctrica nos edifícios da APS e ao consumo de combustível.

O incentivo para a eficiência energética apresentado resulta da recolha de informação realizada na revisão da literatura, nomeadamente sobre o *Green Award*. Assumiu-se como pressuposto deste incentivo a actuação voluntária por parte das empresas concessionárias. Para a construção do incentivo para a eficiência energética foi necessário conhecer a postura da APS no que diz respeito à implementação de um instrumento deste tipo e as condições dos contratos das concessões. A APS informou a autora do trabalho sobre a sua posição face à implementação de medidas de eficiência energética nas empresas concessionárias, não disponibilizando, no entanto, os contratos estabelecidos com as concessões.

O procedimento apresentado para a aplicação do *cold ironing*, bem como o estudo das infra-estruturas e condições actuais do porto, resultam da revisão da literatura, bem como da recolha de informação junto da APS, nomeadamente junto do Comandante Brazuna Fontes e do Eng.º Jorge Sá.

4.2. Auditoria energética

A metodologia aplicada na realização do trabalho consta na Figura 4.1.

Figura 4.1 – Metodologia utilizada no desenvolvimento da auditoria energética à APS.

4.2.1. Análise dos dados estatísticos do consumo de energia eléctrica

Dados gerais

A informação analisada consta nos Balanços Energéticos de 2004 a 2008, e resulta das leituras realizadas pela DIO APS e de estimativas para os locais onde não existem contadores. Os dados disponibilizados não se encontram disponíveis para consulta pública, estão arquivados na DIO APS.

Calculou-se o peso da APS dentro do consumo total do Porto de Sines, bem como a importância dos restantes Terminais e Concessões. Para os anos 2004 e 2008 existem dados de consumo por edifício, mas para os restantes anos em análise não se dispôs de tal informação, existindo apenas dados do consumo global dos PT, Perdas nos transformadores com medição em baixa tensão e Erros acumulados no sistema de contagem, por ano. Desta forma, optou-se por analisar a evolução anual do consumo por PT, e para o ano 2008 optou-se por uma análise mais detalhada do consumo dos edifícios em estudo.

Perdas e Erros

A análise das Perdas e Erros foi realizada para o consumo global da APS e para o peso de cada PT, com o objectivo de conhecer a importância desta parcela no cômputo total. Em todos os pontos analisados considerou-se sempre as parcelas Perdas e Erros separadamente, uma vez que se encarou este consumo como uma externalidade que não ilustra a realidade da APS, como será adiante discutido.

Consumo por Posto de Transformação

Apresenta-se o consumo de energia eléctrica por PT, as Perdas nos transformadores com medição BT e os Erros acumulados nos sistemas de contagem. Analisa-se o consumo de cada PT ao longo dos anos em estudo e quais os postos de transformação que registam maiores consumos de energia.

Peso de cada PT no consumo global

Os dados do consumo total de energia eléctrica da APS, por PT, para o ano 2008, foram posteriormente utilizados para analisar o peso de cada PT no consumo total. Desta forma, será possível conhecer o peso de cada PT, permitindo identificar os sectores em que há maiores consumos.

Consumo por edifício e peso de cada edifício no consumo global

Para o ano de 2008, e dado que se dispunha de dados de consumo de energia eléctrica por edifício, procedeu-se a uma análise mais detalhada, procurando conhecer o peso de cada edifício no total do consumo da APS.

Despesa da APS com energia eléctrica

Para conhecer a despesa anual da APS em energia eléctrica recorreu-se ao consumo anual de energia da administração bem como ao preço do kWh em cada ano analisado, fazendo-se a análise para preços correntes. Calculou-se o preço do kWh, em cada ano analisado, fazendo o somatório das facturas e dos consumos de energia eléctrica mensais, e fazendo o quociente entre a despesa total do ano e o consumo total no mesmo período.

Procurou-se separar os custos com Perdas e Erros dos custos relativos à actividade da APS enquanto entidade prestadora de serviços e gestora da actividade portuária. Desta forma, calculou-se o custo para Perdas e Erros e Restante APS (onde estão incluídos os custos dos edifícios e restantes actividades consumidoras de energia).

Os dados obtidos resultam do produto entre o total de energia eléctrica consumida numa dada actividade num ano e o preço do kWh no mesmo ano.

4.2.2. Análise dos dados estatísticos do consumo de combustível

Dados gerais

Os dados gerais analisados para a presente secção foram facilitados pela Direcção Financeira, Compras e Transportes (DFCT APS), e dizem respeito ao período de 2005 a 2008, uma vez que a APS não dispunha de dados de anos anteriores.

Calculou-se o consumo total de cada tipo de combustível por ano somando o consumo das várias actividades consumidoras de combustível. Seguidamente, calculou-se a percentagem de cada combustível no total consumido pela APS, no período 2005 a 2008.

Consumo por actividade

Analisaram-se os dados do consumo de combustíveis apenas para o ano de 2008, de forma a concluir sobre os maiores consumos, e quais os sectores responsáveis. Para o ano de 2008 agruparam-se as diversas actividades consumidoras de combustível em cinco grupos distintos:

- Embarcações: lanchas utilizadas pela APS nas suas actividades de patrulha e outras de gestão da actividade portuária, sendo que este é o único grupo que utiliza gasóleo corado;

- Viaturas: viaturas que fazem parte da frota automóvel da APS, entre pesadas e ligeiras, nomeadamente viaturas dos bombeiros, consumindo gasóleo normal e gasolina;
- Máquinas: máquinas de cortar a relva, de soldar, lavar, limpeza de praia e Skimmer (controlo da poluição marítima);
- Limpeza do braço do posto 6: limpeza dos *pipelines* por onde circula o combustível transferido dos navios petroleiros.
- Outros: tractores, empilhadores, compressores, geradores, caldeira de balneário e a central de bombagem.

Despesa da APS com combustível

Segundo a DFCT APS, o combustível é adquirido a duas empresas diferentes:

- REPSOL, 5% do combustível;
- GALP, 95% do combustível consumido.

O porto de Sines obtém um desconto de 0,04€/l, em ambas as gasolineiras. Considerou-se o preço médio da gasolina 95, gasóleo e gasóleo corado para o ano 2008, visto que os dados fornecidos pela entidade, relativamente ao preço do combustível, dizem respeito apenas a este ano.

4.2.3. Emissões

Para calcular as emissões resultantes da actividade da APS foi necessário converter l para GJ. Assim, e visto que os dados do consumo de energia seriam necessários mais tarde, optou-se por realizar a conversão em joule neste ponto.

Conversão de litro para J

Para a conversão de litro de combustível em Joule, foi necessário ter em conta a informação do Quadro 4.1. De acordo com a bibliografia consultada o Poder Calorífico Inferior (PCI) e a densidade da gasolina e do gasóleo são iguais (Despacho n.º 17313/2008, de 26 de Junho) e o gasóleo corado tem exactamente as mesmas características do gasóleo normal no que concerne a estes itens.

Quadro 4.1 – Constantes utilizadas para converter volume de combustível (em litro) para unidade de energia (Joule).

Fonte: Despacho n.º 17313/2008, de 26 de Junho.

Combustível	PCI (MJ/kg)	Densidade (kg/l)
Gasolina e Gasóleo	43	0,84

Utilizou-se o PCI porque se considerou a quantidade de calor que, em condições normalizadas, se liberta na combustão completa de uma unidade de combustível, admitindo-se que não há recuperação de calor por condensação dos produtos da combustão.

Procedeu-se ao cálculo das emissões de GEE (CO_2 equivalente), NO_x e SO_2 resultantes da actividade da APS. Calcularam-se separadamente as emissões para o combustível e para a energia eléctrica, e no primeiro caso foi necessário dividir entre Gasolina e Gasóleo.

Emissões do consumo de energia eléctrica

Para o cálculo das emissões resultantes do consumo de energia eléctrica por parte da APS considerou-se o consumo de energia eléctrica anual desta instituição, e calculou-se a emissão de GEE para o período compreendido entre 2004 e 2008.

O factor de emissão utilizado para as emissões de GEE foi 0,47 $kgCO_2e/kWh$, de acordo com o Despacho n.º 17313/2008, de 26 de Junho. Foi utilizado o mesmo factor de emissão para todos os anos em estudo porque é este o valor constante na legislação.

Emissões do consumo de combustível

No Quadro 4.2 constam os dados utilizados para calcular a quantidade de GEE emitidos pela APS, no que diz respeito ao consumo de combustível.

Foi utilizada uma média dos factores de emissão para a Gasolina e o Gasóleo, dado que não se dispunha de dados para 2008, ano para o qual se fez o cálculo das emissões.

Quadro 4.2 – Factores de emissão para o transporte rodoviário para o SO_2 e NO_x e para os GEE.

Fonte: APA (2009) e Despacho n.º 17313/2008.

		SO_2 (kg/GJ)	Média SO_2 (kg/GJ)	NO_x (kg/GJ)	Média NO_x (kg/GJ)	GEE ($kgCO_2e/GJ$)
Gasóleo	2005	0,002	**0,002**	0,252	**0,2405**	**74**
	2007	0,002		0,229		
Gasolina 95	2005	0,002		0,285	**0,2785**	
	2007	0,002		0,272		

Notar que os valores aqui apresentados resultam da literatura consultada, no entanto existem erros e os valores do quadro 4.2 não devem ser tomados como referência. Nomeadamente os factores de emissão para o gasóleo e gasolina que, segundo o Despacho n.º 17313/2008 são iguais, sabendo-se, no entanto, que a queima de gasóleo emite mais CO_2 que a queima de gasolina.

4.2.4. Balanço do consumo total de energia, emissões e despesa da APS

Na posse dos consumos de energia eléctrica e combustível, em GJ, foi possível conhecer o consumo total de todas as formas de energia da APS, e também a despesa total que lhe corresponde.

Assim, somou-se o consumo total de energia eléctrica e combustível, em 2008, e a despesa correspondente a estas formas de energia, no mesmo período.

4.2.5. Características dos edifícios

Na fase de trabalho de campo, no decorrer do inventário realizado aos edifícios da APS foi possível concluir, para além dos consumos dos equipamentos, sobre o tipo de iluminação utilizada e o conforto dos utilizadores do espaço, nomeadamente no que diz respeito à temperatura e incidência de luz natural.

Optou-se por realizar um inventário exaustivo dos equipamentos existentes nos escritórios da APS. Para tal, realizaram-se inúmeras visitas aos edifícios em estudo, inventariando-se todos os modelos de equipamentos existentes em todos os gabinetes. As visitas realizadas decorreram durante o dia, para inquirir os colaboradores da APS sobre o número de horas de utilização da iluminação e dos equipamentos, e durante o período nocturno, para colocar os *energy monitor* e obter o consumo dos vários equipamentos.

Em cada gabinete visitado durante o dia inquiriu-se o colaborador, ou colaboradores, presentes sobre os seus hábitos de utilização do espaço, tendo-se, desta forma, estabelecido contacto com um número elevado de colaboradores da APS.

Iluminação dos edifícios e da zona envolvente

Durante a realização dos inventários dos equipamentos realizou-se o inventário do tipo de lâmpadas e da quantidade existente nos edifícios da APS. No que diz respeito aos balastros foi necessário o acompanhamento de um electricista que, em cada edifício, desmontou uma luminária para concluir sobre o tipo de balastro existente.

Realizaram-se duas visitas aos edifícios em estudo com o acompanhamento de um electricista, de forma a aferir sobre o tipo de iluminação utilizado no exterior dos edifícios.

Características construtivas

A DIO APS forneceu os projectos e plantas dos edifícios de forma a conhecer os materiais e as soluções construtivas. Analisou-se a informação disponibilizada de forma a concluir sobre

o tipo de soluções construtivas adoptadas, nomeadamente no que diz respeito ao tipo de alvenaria, isolamento, coberturas e vãos envidraçados.

A informação assim recolhida foi vital para o estudo das oportunidades de melhoria relativas à reabilitação dos edifícios, porque permitiu concluir sobre o tipo de construção existente e pesquisar as melhores soluções disponíveis.

Medições efectuadas no âmbito da auditoria energética

Iniciou-se esta fase executando *checklists* para realizar o inventário dos equipamentos existentes na APS, bem como inquéritos aos colaboradores de forma a conhecer o número de horas de funcionamento dos equipamentos e da iluminação dos escritórios.

Seguidamente, recorreu-se ao aparelho *Energy Monitor*, na Figura 4.2, para determinar o consumo dos aparelhos existentes na APS. Devido à impossibilidade de medir todos os equipamentos eléctricos existentes na organização, optou-se por realizar uma amostragem aleatória simples (considerando a população total o conjunto dos equipamentos de um mesmo modelo), para conhecer o consumo de cada modelo de equipamento eléctrico. Desta forma, realizaram-se medições de 2 a 3 equipamentos de cada modelo e fez-se a média do seu consumo. Para aqueles equipamentos que não foi possível medir com o *Energy Monitor*, pesquisou-se a potência nas instruções do fabricante.

Calculou-se o consumo anual de cada tipo de equipamento e da iluminação, conhecendo o número de horas diárias de utilização, bem como o número de dias da semana e do ano.

Figura 4.2 – *Energy Monitor*: aparelho utilizado na medição das potências dos equipamentos eléctricos.

As medições efectuadas nas instalações da APS permitiram reunir os vários consumos registados em classes. Desta forma, agruparam-se os resultados do inventário realizado nos edifícios da APS em seis classes:

- Equipamento escritório: computadores, impressoras, fotocopiadoras e faxes, entre outros;

- Cozinhas: máquinas de café, frigoríficos, fogões eléctricos e máquinas de comida e bebidas;
- Climatização: aparelhos de ar condicionado;
- Iluminação: iluminação interior dos edifícios da administração;
- Iluminação exterior: iluminação dos espaços exteriores dos edifícios da administração portuária, nomeadamente parques de estacionamento e acessos aos edifícios;
- Outros: todos os consumos que não se conseguiram medir.

Na revisão da literatura chegou-se à conclusão que a climatização é responsável por 50% a 60% do consumo de energia de um edifício de escritórios. Assim, aplicou-se ao edifício Técnico e ao edifício da Marina do Porto de Recreio o valor de 50% do consumo total de energia eléctrica para a climatização, e para o edifício Administrativo 60%. Considerou-se que o edifício Administrativo tinha necessidades de climatização superiores devido à ausência de janelas móveis e ao resultado dos inquéritos junto dos colaboradores da APS. Revelou-se necessário recorrer aos valores da literatura para este ponto porque não foi possível obter dados reais sobre esta classe de consumo.

Dado que os balastros electrónicos consomem, segundo informação recolhida junto de fornecedores de sistemas de iluminação e da EDP, aproximadamente 25% mais de potência do que aquela indicada na lâmpada, quando se calculou o consumo da iluminação nos edifícios da administração e zonas exteriores foi necessário somar, por analogia com a literatura, ao consumo das lâmpadas mais 25% para estimar o valor real de consumo.

4.2.6. Indicadores

Escolha dos indicadores

Segundo Patterson (1996), revela-se necessário considerar indicadores quando se pretende quantificar as mudanças na eficiência energética de um edifício ou organização.

Optou-se pela construção de indicadores de desempenho operacional que, segundo a ISO 14031:1999, relativa às Linhas de orientação para a Gestão Ambiental e Avaliação de desempenho ambiental, são indicadores de desempenho ambiental que fornecem informação sobre o desempenho ambiental das operações de uma organização.

Desta forma, construíram-se três indicadores, com o objectivo de avaliar a evolução do consumo de energia da APS e, caso não seja possível, fornecer informação para comparação com dados futuros, após a adopção de melhores técnicas e/ou procedimentos.

Construíram-se os seguintes indicadores:

- Económico: consumo de energia por euro produzido (kJ/€)
- Social: consumo de energia eléctrica por utilizador (kWh/colaborador)
- Físico: consumo de energia eléctrica por metro quadrado (kWh/m^2)

No cálculo do indicador económico utilizou-se o consumo de energia eléctrica e o consumo de combustível, visto que se ponderou que ambos são indispensáveis para a prestação de serviços da APS. No que respeita ao indicador social e físico não se considerou o consumo de combustível, visto que para o primeiro se quis conhecer o consumo de cada colaborador enquanto no local de trabalho e para o segundo esta componente não faz sentido.

Para o indicador económico consideraram-se os cinco anos em questão, visto que existiam dados disponíveis, no entanto para os indicadores social e físico interessava o consumo por edifício, e dado que estes dados só existem para 2008 só foi possível fazer a análise para esse ano.

Indicador económico

Na construção do indicador económico – consumo de energia (eléctrica e combustível) por euro produzido – utilizou-se o consumo total de energia da APS de 2005 a 2008 (visto que não existem dados de consumo de combustível para 2004), e consultaram-se os Relatórios e Contas do mesmo período donde se extraiu o produto económico das Prestações de Serviços da entidade.

As Prestações de Serviços são o resultado da actividade da administração portuária e têm a seguinte composição:

- TUP-Navio;
- Tarifa de Pilotagem;
- Tarifa Movimentação Cargas;
- Fornecimento e Serviços;
- Concessões;
- Licenciamentos;
- Náutica de Recreio;
- Outras.

O indicador económico resulta da quantidade de energia necessária para produzir uma unidade monetária, desta forma, considerou-se o consumo de energia eléctrica e o consumo de combustível.

Encontraram-se dificuldades na obtenção de dados relativos ao lucro da entidade em estudo, pelo que se acatou a orientação da APS no sentido de estudar o produto económico das Prestações de serviços no cálculo do indicador económico.

Indicador social

Para o indicador social – consumo de energia eléctrica por utilizador – foi necessário conhecer o número de colaboradores da APS, por edifício para o ano 2008. O resultado é a quantidade de energia necessária para que cada colaborador desempenhe as suas funções com o máximo de rendimento e nas condições adequadas de segurança e conforto.

Os dados fornecidos respeitantes ao número de colaboradores da APS por edifício ilustram apenas os funcionários afectos a cada edifício. No entanto, o edifício da Marina do Porto de Recreio recebe diariamente inúmeros visitantes, ao mesmo tempo que tem outros serviços prestados por colaboradores exteriores à APS, nomeadamente o Serviço de Estrangeiros e Fronteiras, estabelecimentos comerciais e salas de pilotos de lanchas e marinha. Desta forma, e após informação recolhida junto dos colaboradores da Marina do Porto de Recreio, apurou-se o número aproximado de utilizadores do edifício da Marina do Porto de Recreio, considerando que:

- Visitam anualmente o Porto de Recreio 1400 embarcações com 2 pessoas a bordo e assume-se que pernoitam duas noites.
- Diariamente utilizam as instalações do porto, em média, 25 pessoas.

Desta forma, chegou-se ao número de utilizadores que usufruem, por dia, do espaço do edifício da Marina do Porto de Recreio, correspondendo a 40 pessoas.

Indicador físico

Para construir o indicador físico – consumo de energia eléctrica por metro quadrado – foi necessário conhecer a área de cada edifício, informação que foi fornecida pela DIO APS. Este indicador fornece a quantidade de energia necessária por metro quadrado, considerando-se todas as funções inerentes a um edifício de escritórios, nomeadamente iluminação, aquecimento, equipamento de escritório, entre outras.

4.3. Oportunidades de melhoria

4.3.1. Edifícios

Após identificação dos principais sectores responsáveis pelos consumos de energia na APS, procedeu-se à identificação das oportunidades de melhoria existentes para reduzir os desperdícios. Assim, pesquisaram-se as melhores técnicas e opções tecnológicas disponíveis para optimizar o consumo de energia nos edifícios da APS bem como o seu desempenho térmico.

Os sectores para os quais se sugerem oportunidades de melhoria são:

- Climatização;
- Reabilitação dos edifícios;
- Iluminação interior e exterior.

Não é possível dissociar totalmente os sectores enunciados, dado que estão interligados na sensação de conforto que proporcionam ao utilizador do espaço e no comportamento térmico do edifício.

Com o objectivo de conhecer as melhores práticas e oportunidades tecnológicas disponíveis em cada área que se pretende melhorar contactaram-se empresas do sector que se disponibilizaram a fornecer informação sobre o melhor produto disponível e custo do projecto.

Consultou-se bibliografia sobre o assunto e a opinião de especialistas, nomeadamente Engenheiros Civis. Assim, chegou-se à conclusão que, ao nível da reabilitação dos edifícios, deviam ser adoptadas medidas de reabilitação térmica no sombreamento, nos vãos envidraçados e na cobertura, bem como aplicar o Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior (SCE) e adoptar estratégias de ventilação natural.

Sombreamento

Estudaram-se os edifícios, a sua exposição solar e a consequente necessidade de dispositivos de sombreamento. Nos vãos envidraçados que já dispunham de palas, como varandas superiores ou sombreamento natural como vegetação exterior, considerou-se que não era necessário aplicar sombreamento.

Contactou-se a empresa Sombrear para obter um orçamento para as janelas e fachadas dos edifícios que necessitavam deste tipo de solução. Optou-se por uma solução do tipo pala horizontal exterior.

Forneceu-se à empresa contactada dados dos vãos envidraçados, nomeadamente área das fachadas e dos vãos, e quantidade de cada tipo de janela.

As informações fornecidas à Sombrear permitiram realizar um breve estudo sobre a melhor opção disponível, sendo preferível a deslocação da empresa ao local para estudar as condições existentes.

Envidraçados móveis

A entidade auditada encontra-se a realizar obras de substituição dos envidraçados fixos por envidraçados móveis no edifício Administrativo. Contactou-se a APS para conhecer o custo dessa obra de forma a poder extrapolar o custo para os locais onde ainda é necessário proceder à reabilitação dos vãos envidraçados. No entanto, até ao momento da entrega do presente trabalho não se obteve resposta.

Isolamento da cobertura

Mediram-se as áreas das coberturas dos edifícios em estudo e procurou-se conhecer o preço por metro quadrado da aplicação de uma cobertura ajardinada. Assim, utilizou-se um *software* gerador de preços da CYPE Ingenieros, disponível online em http://beja.geradordeprecos.info/QAD/QAD030.html, que fornece o preço por metro quadrado para uma cobertura plana não acessível ajardinada intensiva, não sendo possível alterar os dados da estrutura inseridos no software.

Utilizou-se o resultado gerado por este software para chegar ao custo aproximado da implementação de uma cobertura deste tipo nos edifícios da APS, visto que não foi possível obter o custo de uma cobertura ajardinada do tipo extensivo que se considera mais apropriada para a organização em causa.

Iluminação interior e exterior

Quanto à área Iluminação contactaram-se as empresas:

- Formast: substituição das lâmpadas fluorescentes compactas nos edifícios da APS por sistemas de iluminação com LED.
- Philips: soluções para a iluminação exterior dos edifícios e parques de estacionamento.
- Eurosolution: soluções para a iluminação exterior dos edifícios e parques de estacionamento da administração portuária, nomeadamente a aplicabilidade de candeeiros solares.

Forneceu-se a informação constante no Quadro 4.3 às empresas contactadas.

Contactou-se a Formast para que a empresa indicasse a melhor solução para a iluminação dos escritórios dos edifícios de serviços da APS.

Para a iluminação exterior dos edifícios e parques de estacionamento, a Philips disponibilizou um Luxímetro, aparelho utilizado para medir o nível de iluminação dos ambientes, com o qual se efectuaram medições que foram posteriormente fornecidas à empresa para a realização de um estudo onde se identificaram as melhores opções técnicas disponíveis para a área em estudo.

Quadro 4.3 – Informação facultada às empresas contactadas para indicar as melhores soluções tecnológicas para o sistema de iluminação.

Iluminação exterior	Iluminação interior	Tipo de lâmpada
		Potência (W)
		Tipo de balastro
		Quantidade
		Altura da luminária
		Distância entre luminárias
		Plantas dos parques de estacionamento

Na Figura 4.3 é possível observar o Luxímetro utilizado, a fita métrica de 50 metros utilizada nas medições e a realização das medições.

As medições efectuadas nos parques de estacionamento dos edifícios tiveram de ser realizadas de noite, na total ausência de luz solar. Desta forma, realizaram-se medições em cada tipo de candeeiro de exterior existente.

Figura 4.3 – Luxímetro e fita métrica (50 m) utilizados nas medições. Realização das medições durante a noite no Edifício Administrativo.

As medições foram efectuadas em quatro direcções opostas, num raio de 10 m, em que a luminária era o ponto central, como é possível observar na Figura 4.4.

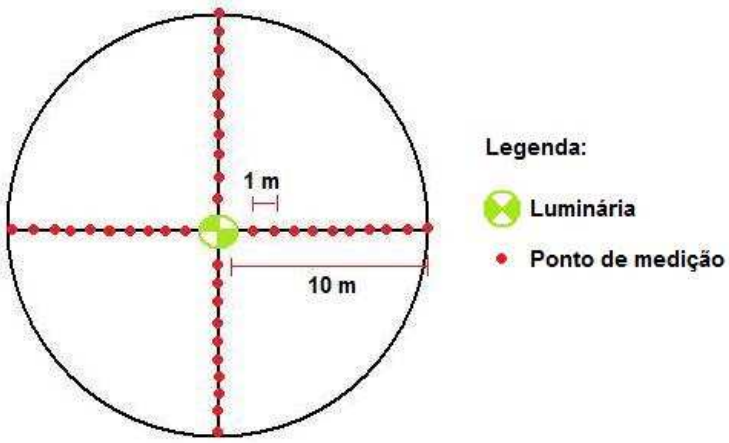


Figura 4.4 – Esquema adoptado para realizar as medições do feixe de luz.

Realizaram-se medições de 1 em 1 m, num total de 10 medições por direcção, 40 resultados por luminária. Os dados foram posteriormente entregues à Philips que realizou um estudo para encontrar a melhor tecnologia disponível para o tipo de iluminação pretendido.

Considerou-se ainda interessante estudar a aplicabilidade de candeeiros solares para a iluminação exterior dos edifícios e parques de estacionamento, pelo que se contactou a Eurosolution.

Aplicação do Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior (SCE)

Para a área Climatização dos edifícios contactou-se a ADENE, para esclarecer os procedimentos que se devem seguir para a realização de uma análise da qualidade do ar interior dos edifícios da APS, e aplicação do RSECE.

Ventilação natural

As medidas sugeridas anteriormente, ao mesmo tempo que melhoram o desempenho energético do edifício, são favoráveis à adopção de sistemas passivos de ventilação. Sugere-se assim, e de acordo com a revisão bibliográfica, que a organização adopte medidas de ventilação natural e ventilação nocturna, para arrefecer os edifícios sem custos energéticos.

4.3.2. Sistema de Gestão de Energia e instalação de contadores de energia eléctrica

Sistema de Gestão de Energia

Estudou-se a implementação de um Sistema de Gestão de Energia para a organização, bem como os passos a adoptar para tal e a instalação de contadores de energia eléctrica, e a melhor

metodologia para esse fim. A metodologia estudada nesta secção resulta da revisão da literatura, nomeadamente do autor Gaspar (2004).

Procurou-se entender o funcionamento da APS enquanto fornecedora de energia e, sem comprometer o fornecimento de energia eléctrica aos terminais e o bom funcionamento da rede eléctrica, optimizar esta função e a contabilização dos gastos com energia.

Contadores de energia eléctrica

Como consequência do trabalho de campo desenvolvido nas instalações da APS verificou-se a necessidade da implementação de contadores de energia eléctrica. No entanto, a organização já procedeu à compra destes aparelhos, sugerindo-se aqui o melhor esquema para a sua implementação.

Identificaram-se os principais centros de custo de energia e a consequente necessidade de monitorização. Assim, os contadores de energia eléctrica deverão ser instalados nos sectores responsáveis pelos principais centros de custo de energia.

4.3.3. Boas práticas

Calculou-se o potencial de redução do consumo de energia eléctrica se fossem eliminados todos os consumos em *stand-by* e *off-power*.

Programa APS Eficiente

Estudou-se a metodologia adoptada pela BC Hydro para implementar programas de incentivo à eficiência energética junto dos colaboradores e procurou-se desenvolver um mecanismo semelhante.

Estudaram-se os benefícios resultantes da inclusão de todos os colaboradores no esforço para alcançar uma organização que utilize a energia de forma eficiente. Assim, apresenta-se uma sessão de formação para incluir os colaboradores nos esforços da organização bem como as medidas que devem ser tomadas para que os colaboradores adoptem melhores práticas, atingindo o potencial de redução de consumo de energia que estas medidas possuem.

4.3.4. Consumo de Combustível

Na análise das oportunidades de melhoria possíveis para este sector considerou-se necessário identificar a principal classe de consumo de combustível e procurar oportunidades de melhoria.

Procuraram-se as melhores práticas disponíveis para conseguir uma condução ecológica, reduzindo o consumo de combustível e prolongando o tempo de vida das viaturas. Seguiram-

se, para a elaboração deste ponto, as boas práticas da eco-condução, disponíveis no site da Renault, em www.renault.pt.

4.3.5. Concessões

Inquiriu-se a APS, nomeadamente a Direcção de Concessões e Áreas Dominiais, sobre o modelo actual de concessão dos terminais e se existe algum tipo de incentivo para que as empresas concessionárias adoptem medidas para melhorar o seu desempenho energético.

Incentivo para a eficiência energética

Tendo em consideração a politica de gestão do ambiente da APS, construiu-se um incentivo económico destinado a impulsionar as concessões a adoptar medidas de eficiência energética, tornando a sua actividade mais responsável do ponto de vista energético e cumprindo requisitos mais estritos do que os impostos pela legislação.

Para a construção deste incentivo considerou-se a adesão à bandeira *Green Award*, informação constante no Decreto-Lei n.º 324/94, de 30 de Dezembro e o PNAEE.

4.3.6. Cold ironing

Neste ponto, questionou-se a APS sobre a possibilidade de adoptar o *cold ironing*, e, tendo em consideração as características do porto, quais os terminais onde tal seria possível.

A secção está dividida em metodologia a aplicar no porto para implementar o sistema *cold ironing* e a necessidade da APS realizar um inventário de emissões.

Fornecimento de energia proveniente de uma fonte terrestre

A revisão bibliográfica realizada sobre este tema teve como objectivo identificar a metodologia que a APS deve adoptar para poder implementar este sistema. Estudaram-se casos de portos onde já existe este sistema, as metodologias adoptadas, as adaptações exigidas ao porto e os *stakeholders* envolvidos.

Este estudo foi realizado tendo em consideração os esforços necessários do lado da administração portuária, ignorando os relativos aos navios, visto que não se considerou estar dentro do âmbito do presente trabalho.

Inventário de emissões

A APS deve realizar um inventário de emissões para o Porto de Sines, para que seja possível efectuar o balanço das emissões antes e após a implementação do *cold ironing*, e quais os ganhos ambientais do porto e da envolvente.

Estudou-se a metodologia a adoptar para a construção de um inventário de emissões e os objectivos e benefícios deste estudo para a administração portuária e para a envolvente do porto.

4.3.7. Resumo das oportunidades de melhoria

Agruparam-se todas as oportunidades de melhoria sugeridas num quadro e indicou-se a sua aplicabilidade. Apresenta-se ainda a poupança de energia conseguida e comenta-se a medida sugerida.

O quadro resumo das oportunidades de melhoria foi construído de forma a indicar as poupanças de energia e recursos monetários, o investimento necessário para que as medidas sugeridas sejam implementadas e o período de retorno do investimento.

Apresenta-se uma escala qualitativa de aplicabilidade das medidas sugeridas, que foi construída tendo em consideração o período de retorno do investimento e comenta-se a medida. O comentário à oportunidade de melhoria apresentada consiste numa pequena chamada de atenção onde se justifica o seu sucesso ou insucesso em termos de aplicabilidade e principais características.

5. Resultados e Discussão da Auditoria Energética

5.1. Análise dos dados estatísticos do consumo de energia eléctrica

Dados gerais

O total de energia eléctrica consumida pelo Porto de Sines, em 2008, encontra-se no Quadro 5.1 e na Figura 5.1, onde é possível observar a percentagem do consumo total do porto de Sines que compete à APS, aos terminais e outras concessões.

Quadro 5.1 – Consumos discriminados do Porto de Sines, em 2008, por posto de transformação. Dados fornecidos pela DIO APS.

Posto de Transformação	Consumo (MWh/ano)
PT1 (APS)	615
PT2 (TGL)	29
PT3 (TGL)	19
PT4 (TGL)	328
PT5 (PETROGAL)	701
PT6 (TGL)	702
PT7 (TGL)	129
PT8 (TGL)	71
PT9 (APS)	257
PT10 (TGL)	666
PT11 (TGL)	323
PT12 (REPSOL - TERMINAL PETROQUÍMICO)	172
PT13 (APS)	384
PT14 (APS)	111
PT15 (APS)	125
PT16 (SIGAS - ARMAZÉM DE GÁS, ACE)	228
PT17 (APS)	42
PT18 (APS)	308
PT19 (APS)	5
PSA SINES - TERMINAIS DE CONTENTORES, SA	2170
PORTSINES-TERMINAL MULTIPURPOSE DE SINES, SA	4628
PERDAS TRANSFOR. COM MEDIÇÃO BT	317
ERROS ACUMUL. SISTEMAS CONTAGEM	662
TOTAL (kWh)	12991

O maior consumo registado no Porto de Sines é da responsabilidade do TMS (36%), seguido pelo TGL (18%) e pelo TXXI (17%). A APS é o quarto maior consumidor de energia no porto, com 14% do consumo total. As perdas nos transformadores com medição em baixa

tensão foram 2% e os erros acumulados no sistema de contagem foram, em 2008, 5% do consumo da organização.

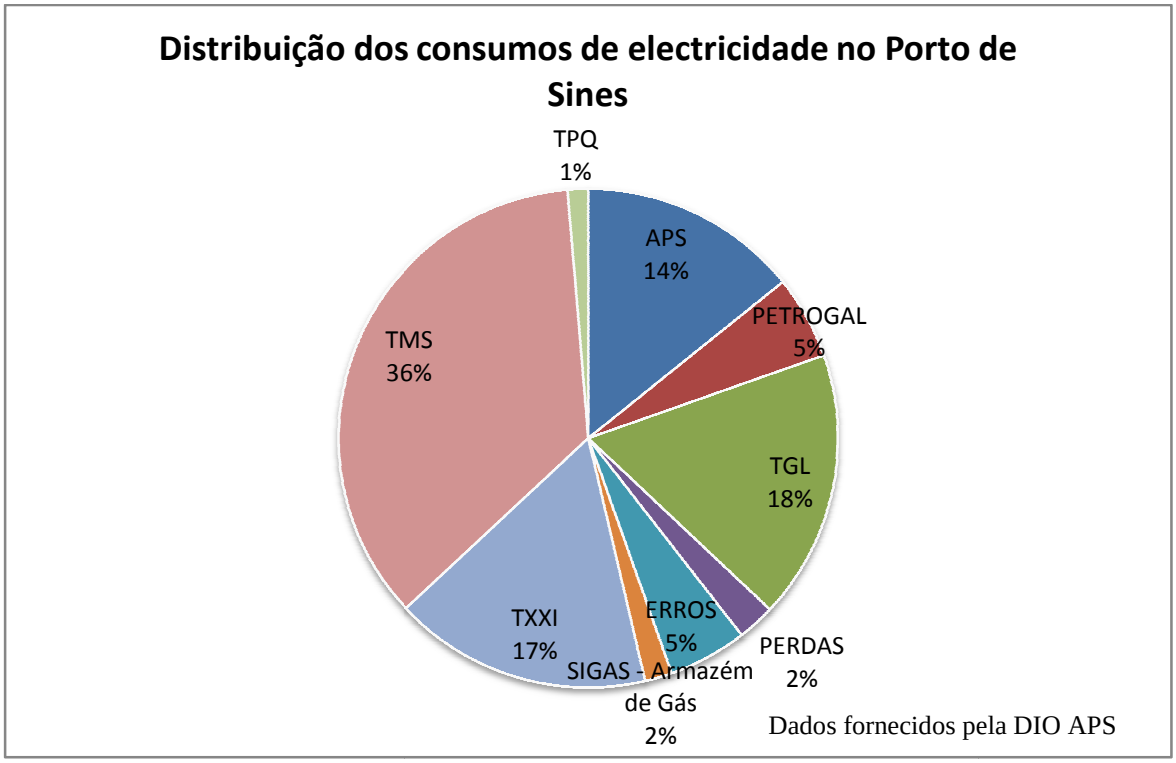


Figura 5.1 – Distribuição de todos os consumos do Porto de Sines: APS, TMS, TXXI, TGL, TPQ, PETROGAL, SIGAS – Armazém de gás, Perdas e Erros, em 2008.

Perdas e Erros

Importa analisar a evolução das perdas nos transformadores com medição em baixa tensão e Erros acumulados nos sistemas de contagem porque o custo monetário destas classes é, na sua totalidade, atribuído à APS. A APS é o fornecedor de energia dos terminais do Porto de Sines, cabendo-lhe as funções de gestão da rede eléctrica e suporte das consequentes despesas que daí advêm.

Na Figura 5.2 consta a evolução das perdas nos transformadores com medição em baixa tensão e erros acumulados nos sistemas de contagem no período em estudo, e pela análise da Figura 5.2 é possível observar que as perdas nos transformadores tiveram uma redução de cerca de 16% no período em estudo e que os erros acumulados no sistema de contagem têm vindo a registar uma diminuição acentuada, tendo sido, em 2008, cerca de 55% inferiores aos registados em 2004.

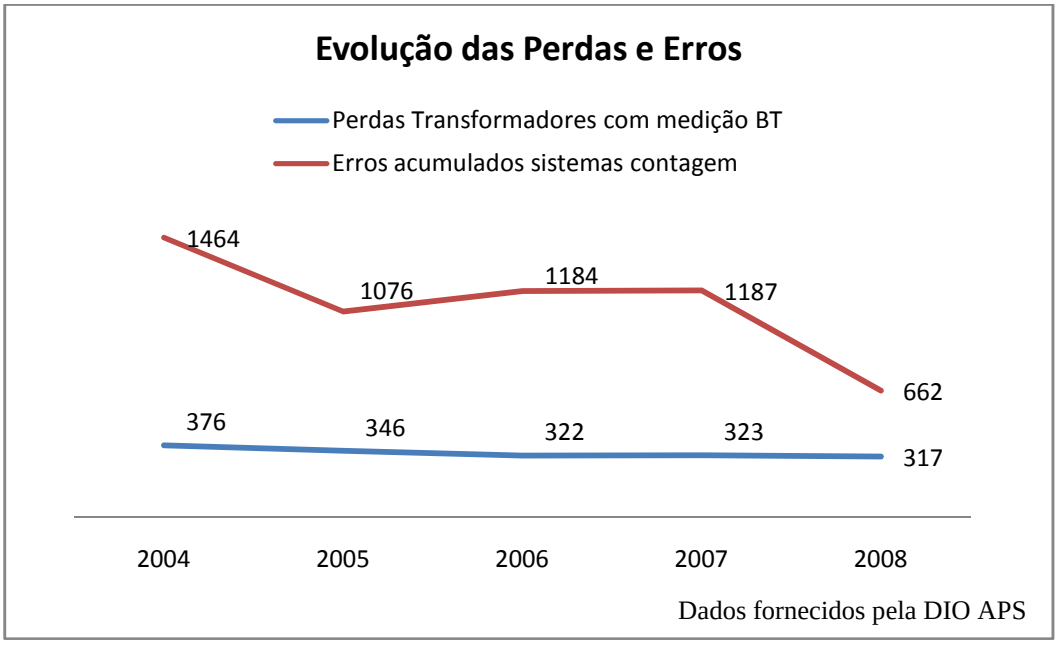


Figura 5.2 – Evolução das Perdas e Erros (MWh/ano), de 2004 a 2008.

Em 2007, as perdas e erros foram 10,7% do consumo total do Porto de Sines, e em 2008 diminuíram para 7,5%. No entanto, e se forem considerados apenas os consumos da APS esta classe representa, em 2008, 34% do consumo.

Apesar de as perdas e erros apresentarem uma percentagem tão expressiva no consumo da APS é importante notar que dizem respeito a todo o Porto de Sines e não só às instalações da administração portuária.

As perdas registadas devem-se a perdas por efeito de Joule nos cabos de energia e nas instalações eléctricas a montantes dos transformadores. Os erros acumulados nos sistemas de contagem ocorrem porque os equipamentos de medida apresentam o menor erro entre 80% a 100% do seu regime nominal. Os contadores de energia eléctrica, assim como os transdutores associados (transformadores de corrente e/ou tensão), não são excepção. Desta forma, sempre que as instalações supervisionadas por determinado contador de energia eléctrica não se encontrem no seu regime máximo de potência (a maior parte dos casos das instalações não industriais), o erro dos sistemas de contagem somado aos dos transdutores pode assumir valores bastante mais acentuados do que os referidos individualmente para cada um dos dispositivos (Com. Pessoal [Eng.º Jorge Sá]).

A diminuição na classe erros registada na Figura 5.2 permite ainda concluir que foram tomadas medidas para a sua redução, nomeadamente através da substituição dos contadores existentes. A APS identificou, antes da auditoria energética aqui descrita, anomalias nos contadores de energia eléctrica tendo procedido à sua substituição. Constatou-se

posteriormente que esta medida resultou em reduções nos erros acumulados nos sistemas de contagem.

Consumo por Posto de Transformação

Foram analisados os consumos anuais de energia eléctrica para cada PT que serve a APS, apurando-se assim o total consumido. No Quadro 5.2 encontram-se os resultados obtidos.

Quadro 5.2 – Consumo anual de energia eléctrica da APS, por PT e total.
Dados fornecidos pela DIO APS.

	Consumo (MWh/ano)				
	2004	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**
PT1 – Edifício Técnico	436	394	374	463	615
PT9 – Porto de Serviços	335	205	200	253	257
PT13 – Edifício Administrativo	188	393	392	357	384
PT14 – Terminal Multipurpose	134	92	152	111	111
PT15 – Loteamento cimento	166	251	216	180	125
PT17 – ETAR Terminal XXI	13	38	39	32	42
PT18 – Marina do Porto de Recreio	-	168	328	310	307
PT19 – Zona de Actividades Logísticas	-	-	-	2	5
Perdas Transformadores com medição BT	376	346	322	323	317
Erros acumulados sistemas contagem	1 464	1 076	1 184	1 187	662
Total APS	3 111	2 964	3 208	3 219	2 825

Na Figura 5.3 consta a evolução do consumo de energia eléctrica por PT, no período 2004 a 2008.

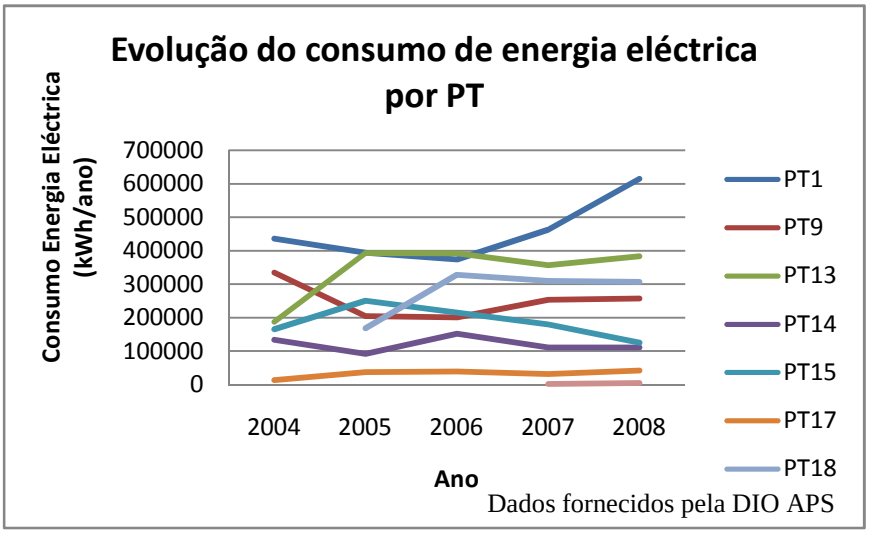


Figura 5.3 – Evolução do consumo de energia eléctrica da APS por PT, de 2004 a 2008.

O PT1 (edifício Técnico) sendo o que apresenta o consumo mais elevado de energia eléctrica, na maior parte dos anos analisados, é também o que regista uma tendência crescente de consumo. O PT13 (edifício Administrativo) é o segundo PT com maior consumo, apesar de em 2004 ter registado um consumo reduzido, comparativamente com os restantes. Os PT 9 e 18 (que servem respectivamente o Porto de Serviços e Marina do Porto de Recreio) registam um aumento do consumo a partir de 2005, sendo no entanto de ressalvar esta observação, dado que há muitos consumos exteriores às actividades da APS a serem contabilizados nestes PT.

Peso de cada PT no consumo global

Na Figura 5.4 consta a percentagem de cada PT no total consumido pela APS, em 2008.

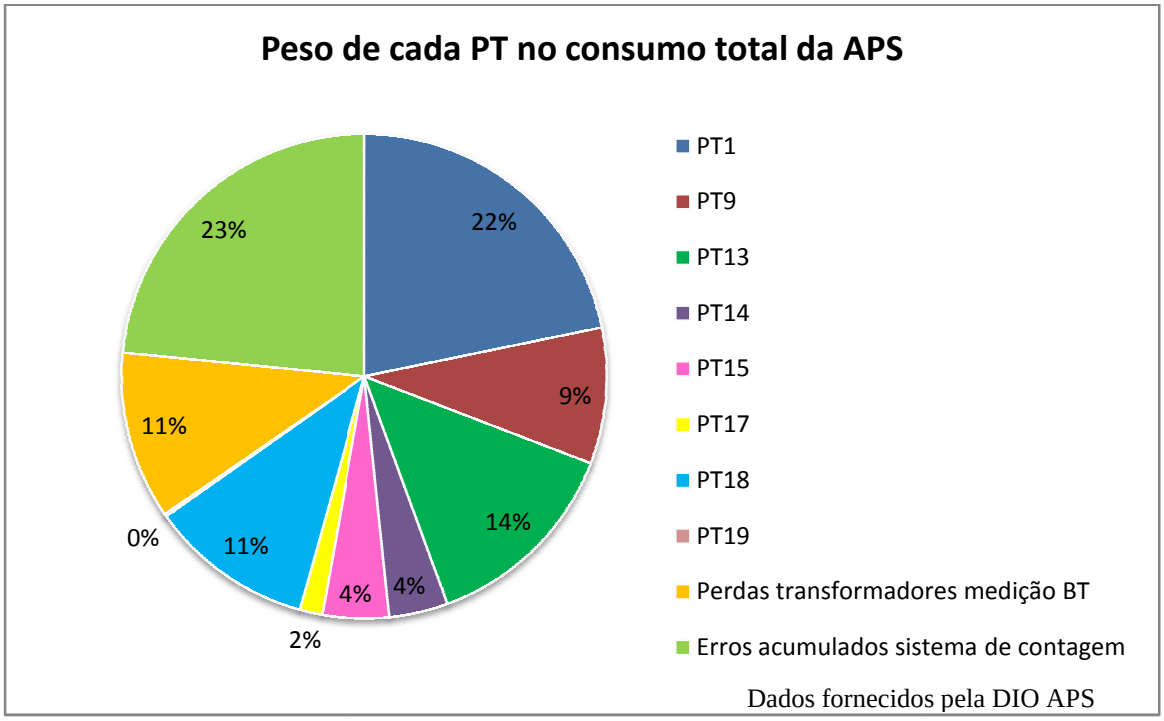


Figura 5.4 – Peso de cada PT no consumo global da APS em 2008.

No Quadro 5.3 constam os PT responsáveis pelos principais consumos de energia eléctrica na APS, em 2008.

Quadro 5.3 –PT responsáveis pelos principais consumos de energia eléctrica na APS, em 2008.

Dados fornecidos pela DIO APS

PT	% do consumo total APS
PT1	22
PT13	14
PT18	11
PT9	9

Os quatro PT mencionados no Quadro 5.3 são responsáveis por 56% do consumo da APS, em 2008.

Note-se que o consumo do PT9 (Porto de Serviços) não se deve às actividades desenvolvidas no edifício do porto, mas sim aos consumos nos armazéns adjacentes, que se encontram alugados, e às actividades portuárias aí desenvolvidas, nomeadamente fornecimento de energia eléctrica às lanchas e rebocadores da concessão. Os armazéns e paióis que estão concessionados e que recebem energia eléctrica da APS pagam uma renda pelo aluguer do espaço e pela energia consumida, dado que todos possuem contadores de energia eléctrica.

Estimou-se o consumo total deste edifício recorrendo a medições dos consumos dos equipamentos e iluminação, e concluiu-se que o consumo do edifício do Porto de Serviços representa apenas 3,5% do total consumido no PT9. Desta forma, justifica-se o facto de se ter excluído este edifício do âmbito da auditoria energética aos edifícios de serviços da APS, incidindo a análise no edifício Técnico, edifício Administrativo e edifício da Marina do Porto de Sines.

Considerou-se ainda que teriam pouco significado eventuais propostas de oportunidades de melhoria para o edifício do Porto de Serviços, dado que este representa uma parte ínfima do consumo, e as restantes actividades que recebem energia do PT9 não podem ser alteradas (nomeadamente o fornecimento de energia às embarcações) ou estão fora do âmbito da APS.

Os PT14 e PT15 pertencem à rede eléctrica da APS, apesar de estarem localizados em áreas concessionadas, e as despesas inerentes são incluídas na factura da administração portuária. Estes PT foram responsáveis por 8% do consumo da APS, em 2008.

Consumo por edifício e peso de cada edifício no consumo global

Para o ano 2008 estão disponíveis dados de consumo de energia eléctrica por edifício. No Quadro 5.4 constam os dados disponibilizados pela APS.

Quadro 5.4 – Consumo de energia eléctrica por edifício em 2008.
Dados fornecidos pela APS.

Ponto de consumo	Consumo (MWh)
Edifício Técnico	245
Edifício Administrativo	384
Edifício Marina	101
Perdas transformadores medição BT	317
Erros sistemas de contagem	662
Restante APS	1 116

Por Restante APS entendem-se os consumos registados na factura eléctrica da APS e que não estão afectos quer aos edifícios auditados quer às perdas ou erros. O consumo relativo a Restante APS resulta, de acordo com o Balanço Energético 2004, das actividades:

- Utilidades do PT
- Quartel dos Bombeiros
- Central de bombagem de água doce
- Vivendas de função
- Armazéns, paióis e terminais concessionados (PT14 e PT15)
- Clube Náutico e Quiosque
- Tomadas de cais
- ETAR

Não foi possível determinar a quantidade de energia afecta a cada um dos sectores referidos anteriormente, devido à inexistência de contadores. Constituem excepção as vivendas de função que representam 2% dos restantes consumos da APS e Clube náutico e Quiosque, 4%, onde já estão instalados contadores de energia eléctrica.

Na Figura 5.5 consta a percentagem de consumo de energia de cada edifício no consumo total da APS, em 2008.

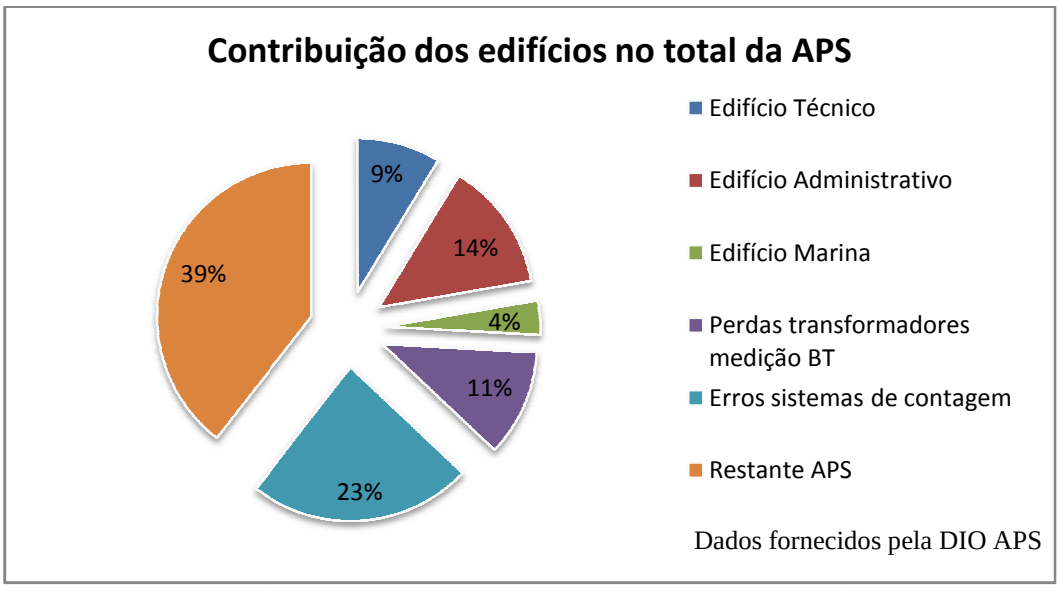


Figura 5.5 – Peso do edifício Técnico, Administrativo e Marina do Porto de Sines no total consumido pela APS, em 2008.

O edifício Administrativo é o que mais consome na APS (14%), seguido do edifício Técnico (9%) e, por último, o edifício da Marina do Porto de Recreio (4%). O consumo de energia

eléctrica nos edifícios perfaz 27% do consumo total de energia na Administração do Porto de Sines.

Os dados do consumo por edifício (Figura 5.5) indicam que o consumo, por ordem decrescente, é:

- Edifício Administrativo
- Edifício Técnico
- Edifício da Marina do porto de Sines

No Quadro 5.5 constam os consumos por PT e edifício, bem como o peso de cada PT e edifício no consumo global do Porto de Sines.

Quadro 5.5 – Consumo dos edifícios auditados da APS e peso de cada PT e edifício no total do Porto de Sines. Dados fornecidos pela DIO APS.

PT	Uso	Consumo (MWh)		% no consumo do porto de Sines	
PT1	Edifício Técnico	245	614	1,9	4,7
	Outras actividades	369		2,8	
PT13	Edifício Administrativo	384	384	3,0	3,0
PT18	Edifício Marina Porto de Recreio	101	307	0,8	2,4
	Outras actividades	206		1,6	

O edifício responsável pelo maior consumo na APS é o edifício Administrativo e, no total do Porto de Sines, constitui 3% de todo o consumo de energia registado. Os edifícios auditados consomem 5,7% de toda a energia eléctrica adquirida pelo Porto de Sines.

Despesa da APS com energia eléctrica

A APS compra a energia à EDP, sendo o preço do kWh variável de ano para ano. Procedeu-se à análise da despesa anual da APS em energia eléctrica. No Quadro 5.6 consta a evolução do preço do kWh bem como o valor pago pela APS como resultado do seu consumo, a preços correntes, no período 2004 a 2008.

Quadro 5.6 – Preço do kWh e despesa da APS a preços correntes em energia eléctrica, de 2004 a 2008.

Fonte: dados fornecidos pela APS.

	2004	2005	2006	2007	2008
Preço compra à EDP (€/kWh)	0,0654	0,0566	0,0642	0,0745	0,0786
Perdas (1000 €)	25	20	21	24	25
Erros (1000 €)	96	61	76	88	52
Gasto interno APS (1000 €)	83	87	109	127	145

Em 2008, a APS teve uma despesa de 145 000 € com o consumo de electricidade.

5.2. Análise dos dados estatísticos do consumo de combustível

Dados gerais

As actividades desenvolvidas no Porto de Sines e que implicam o consumo de combustível estão descritas no Quadro 5.7.

Quadro 5.7 – Actividades e equipamentos que consomem combustível na APS.
Dados fornecidos pela DFCT APS.

Combustível	Equipamento
Gasolina 95	Embarcações, 5 viaturas ligeiras, Geradores, Máquinas limpeza praia
Gasóleo	90 Viaturas ligeiras, 4 viaturas pesadas (bombeiros), tractores, empilhadores, compressores, Grupos emergência, Caldeira Balneário, Central Bombagem, Máquinas (relva, skimmer, soldar, lavar)
Gasóleo corado	Lanchas piloto e skimmer

Procedeu-se à análise dos dados de consumo de combustível no período de 2005 a 2008. Os dados obtidos encontram-se no Quadro 5.8.

Quadro 5.8 – Consumo de combustível, por tipo de combustível, por ano.
Dados fornecidos pela DFCT APS.

	Combustível (l)			
Ano	Gasóleo corado	Gasóleo normal	Gasolina 95	Total
2005	46 868	108 049	23 529	178 446
2006	54 147	115 835	18 376	188 358
2007	58 387	123 950	5 485	187 822
2008	54 336	164 715	5 107	224 158

Na Figura 5.6 é possível observar o consumo dos diferentes combustíveis por ano. Conclui-se que o maior consumo diz respeito ao gasóleo normal, seguido do gasóleo corado e, por fim, a gasolina 95.

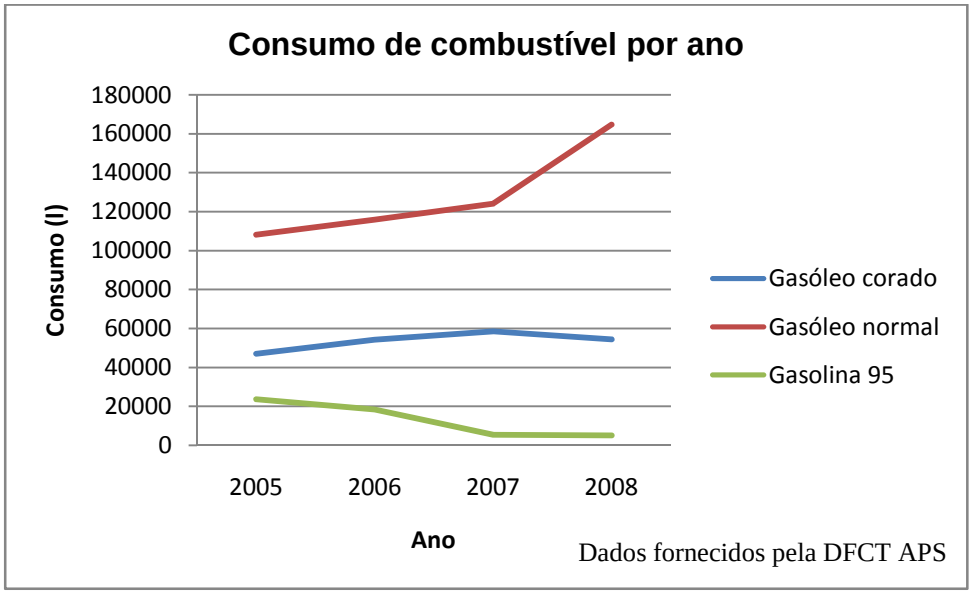


Figura 5.6 – Consumo de combustível por ano, de 2005 a 2008.

O gasóleo normal representa a maior parte do consumo de combustível da administração, com uma tendência de crescimento positiva, enquanto o consumo dos restantes combustíveis tende a diminuir.

Verificou-se que, em todos os anos analisados, a relação é semelhante, sendo o gasóleo normal o principal combustível consumido, seguido do gasóleo corado e da gasolina 95, como se pode observar pela análise da Figura 5.7.

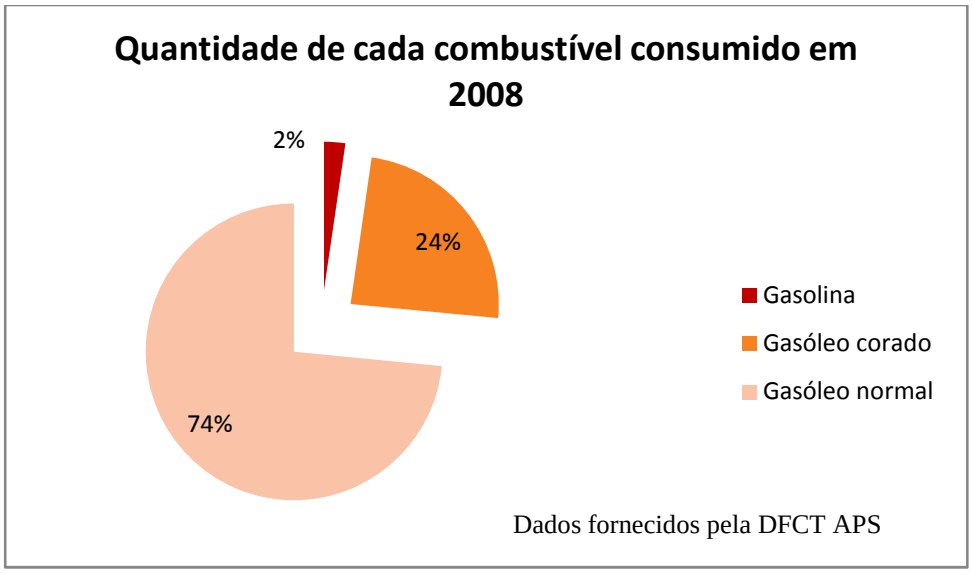


Figura 5.7 – Percentagem de cada combustível no consumo total da APS em 2008.

Em 2008 registou-se um aumento acentuado no consumo de gasóleo normal devido a um evento de carácter excepcional que será devidamente analisado no ponto seguinte.

Consumo por actividade

Na Figura 5.8 consta o consumo de combustível por actividade, para o ano 2008.

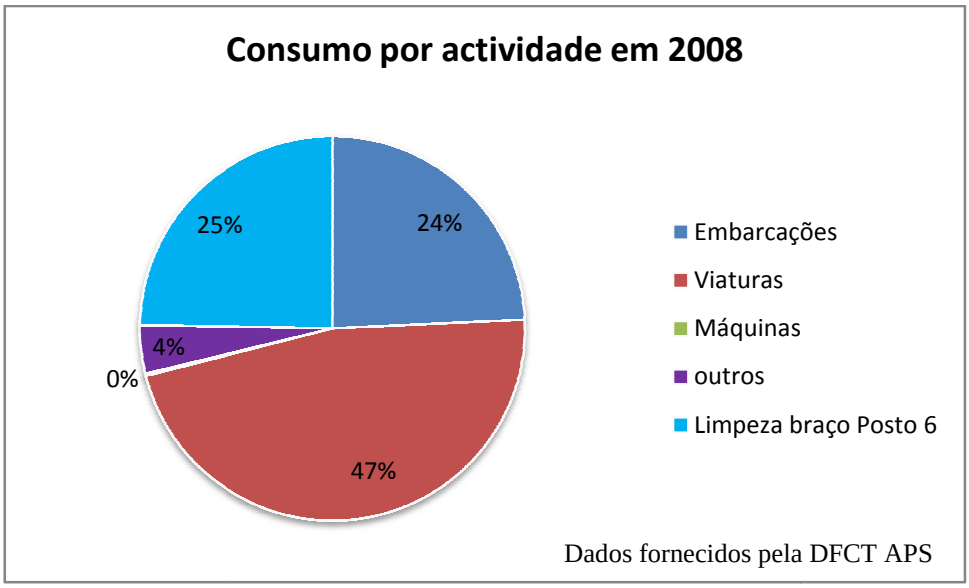


Figura 5.8 – Consumo de combustível por actividade, em 2008.

A classe das viaturas é a principal responsável pelo consumo de combustível da APS, em 2008, com 47% do consumo total. A limpeza do braço do posto 6 teve lugar apenas em 2008, sendo uma actividade que consumiu uma grande quantidade de combustível (25% do total consumido nesse ano) e que é muito rara, acontecendo apenas em situações de emergência.

No que diz respeito ao consumo de combustível na administração portuária, a análise da Figura 5.8, e dos dados de consumo de combustível fornecidos pela APS, permite concluir que o consumo é maioritariamente atribuível aos automóveis utilizados nas deslocações diárias dos colaboradores da administração portuária.

Despesa da APS com combustível

Calculou-se a despesa da APS com combustível, para o ano de 2008. Os dados obtidos encontram-se no Quadro 5.9.

Quadro 5.9 – Despesa da APS com combustível, em 2008.

Dados fornecidos pela DFCT APS.

Combustível	Preço médio 2008 (€/L)	Consumo (L)	Custo (1000 €)
Gasolina	1,347	5 107	7
Gasóleo	1,197	164 715	197
Gasóleo corado	0,642	54 336	35
Total	-	224 158	239

A APS gastou um total de 239 000 euros em combustível no ano de 2008.

5.3. Emissões

Emissões do consumo de energia eléctrica

No Quadro 5.10 encontra-se o consumo de energia eléctrica de 2004 a 2008 e as emissões de GEE resultantes.

Quadro 5.10 - Total de energia eléctrica consumida pela APS e emissões de GEE, de 2004 a 2008. Dados fornecidos pela DFCT APS.

	Consumo				
	2004	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**
Electricidade (MWh)	1 271	1 541	1 702	1 708	1 846
Electricidade (GJ)	4 577	5 547	6 126	6 149	6 646
Emissões GEE (ton CO_2e)	597	724	800	803	868

Emissões do consumo de combustível

No Quadro 5.11. consta o consumo de combustível de 2005 a 2008, e no Quadro 5.12 as emissões de GEE, SO_2 e NO_x, resultantes do consumo de combustível, apenas para o ano 2008.

Os factores de emissão utilizados para o cálculo das emissões de GEE, SO_2 e NO_x, resultam da revisão da literatura, de acordo com a metodologia apresentada para a presente secção.

Quadro 5.11 – Total de combustível consumido pela APS, de 2005 a 2008. Dados fornecidos pela DFCT APS.

	2005		**2006**		**2007**		**2008**	
	(L)	**(GJ)**	**(L)**	**(GJ)**	**(L)**	**(GJ)**	**(L)**	**(GJ)**
Gasolina	23 529	850	18 376	664	5 485	198	5 107	184
Gasóleo	108 049	3 903	115 835	4 184	123 950	4 477	164 715	5 950
Gasóleo corado	46 868	1 693	54 147	1 956	58 387	2 109	54 336	1 963
Total	178 446	6 445	188 358	6 803	187 822	6 784	224 158	8 097

Quadro 5.12 – Emissões de GEE, SO_2 e NO_x, em 2008, para gasolina e gasóleo (onde se inclui o gasóleo corado)

Combustível	**Consumo (GJ)**	**Emissões ($kgCO_2e$)**	**SO_2 (kg)**	**NO_x (kg)**
Gasolina	184	13 650	0,37	51
Gasóleo	7912	585 497	16	1 903

5.4. Balanço do consumo total de energia, emissões e despesa da APS

No Quadro 5.13 é possível observar o total de energia consumida pela APS, a consequente despesa e as emissões de GEE, SO_2 e NO_x, em 2008.

O consumo de energia em combustível (GJ) é superior ao da energia eléctrica, o que se deve essencialmente ao elevado número de viaturas ligeiras que a organização possui (90 viaturas). Em 2008, a APS emitiu um total de 1 467 toneladas de CO_2e e gastou 384 000 € em energia (electricidade e combustível).

Quadro 5.13 – Total de energia consumida pela APS, emissões e despesa, em 2008.

Energia	Consumo energia (GJ)	Emissões GEE (ton CO_2e)	Emissões SO2 (kg)	Emissões NOx (kg)	Despesa (€)
Electricidade	6 646	868	-	-	145 107
Combustível	8 097	599	16,37	1 954	238 927
Total	14 743	1 467	16,37	1 954	384 034

5.5. Características dos edifícios

A presente secção é o resultado de observações directas levadas a cabo durante as visitas realizadas aos edifícios da APS, no âmbito da auditoria energética, e que tiveram como objectivo inventariar os equipamentos existentes e observar as condições de conforto do espaço. Descrevem-se os sistemas de iluminação dos edifícios da APS, resultado do inventário realizado e das visitas com acompanhamento de um electricista.

Iluminação dos edifícios e da zona envolvente

Os edifícios da APS possuem sistemas de iluminação caracterizados por:

- Balastros ferromagnéticos
- Potência das luminárias:
    - Fluorescentes tubulares (18 e 36 W)
    - Incandescentes (20 e 25 W)
    - Vapor de sódio (250 W)

No que diz respeito à iluminação exterior, possui as seguintes características:

- Balastros ferromagnéticos
- Lâmpadas de vapor de sódio
- Potência das luminárias:
    - Parque de estacionamento do edifício Técnico (Luminária tipo A) (10 luminárias) e Administrativo (16 luminárias): 70W
    - Acesso ao edifício Técnico (Luminária tipo B) (11 luminárias): 150 W

Na Figura 5.9 é possível observar as luminárias existentes nos edifícios da APS.

Figura 5.9 – Imagens das luminárias existentes nos edifícios da APS.

Da esquerda para a direita: parque de estacionamento do edifício Administrativo (70W), acesso ao edifício Técnico (150 W) e parques de estacionamento do edifício Técnico (70W).

É importante referir que os dados aqui presentes, referentes à iluminação dos edifícios, resultam de um inventário realizado exclusivamente pela autora do trabalho, podendo existir erros associados ao tipo de lâmpadas identificado.

No que diz respeito aos dados da iluminação exterior, o electricista que acompanhou a autora no reconhecimento da iluminação não estava convicto da potência de algumas lâmpadas, pelo que se aceitou a sugestão das empresas contactadas do tipo provável de lâmpada em questão.

A política de manutenção da APS consiste em utilizar lâmpadas fluorescentes, sempre que seja necessário substituir uma lâmpada. A utilização de balastros convencionais, que acrescem 25% ao consumo das lâmpadas, apresenta-se como uma oportunidade de melhoria, bem como a substituição das lâmpadas fluorescentes por outras tecnologias mais eficientes.

As paredes divisórias do edifício Técnico e do edifício Administrativo não estão dispostas de forma a maximizar a iluminação artificial, dado que não têm em atenção a disposição das luminárias e interruptores. Desta forma, ao entrar numa sala, acendem-se todas as lâmpadas existentes na sala original, mesmo que actualmente esta sala esteja dividida em vários gabinetes. Verificou-se que existem luminárias divididas por painéis, que desta forma estão em dois gabinetes ao mesmo tempo, e não são úteis a nenhum dos dois.

Os colaboradores da APS chamaram a atenção para este facto durante a recolha dos dados: mesmo que um gabinete esteja vazio, se o gabinete do lado estiver a ser utilizado, então todas as luzes estarão obrigatoriamente acesas. Os factos referidos anteriormente foram observados em várias salas dos dois edifícios identificados.

Características construtivas

No que diz respeito às características construtivas dos edifícios, observou-se a inexistência de vãos envidraçados com abertura, no projecto do edifico Administrativo. O projecto do edifício não contemplava a existência de janelas, mas sim vãos envidraçados protegidos com

dispositivos de sombreamento e um sistema de ventilação interno. De acordo com a informação recolhida junto da APS, os dispositivos de sombreamento tiveram de ser removidos porque ficaram danificados, e mais tarde o sistema de ventilação avariou. Desta forma, não existe no edifício Administrativo a possibilidade de recorrer a ventilação natural para climatizar os escritórios ou renovar o ar, aumentando a necessidade de sistemas de climatização mecânicos.

Em muitas salas do edifício Administrativo não é necessário recorrer a iluminação artificial durante a maior parte do tempo. No entanto, os utilizadores são obrigados a fechar os estores interiores, devido ao sobreaquecimento que a iluminação natural provoca no espaço.

Desta forma, o edifício Administrativo não proporciona condições de conforto aos ocupantes, e devido à inexistência de ventilação natural os sistemas de ar condicionado são muito utilizados, aumentando a factura energética e deteriorando a qualidade do ar interior. A realização de questionários junto dos colaboradores da APS permitiu concluir que a maioria dos espaços de trabalho tem as lâmpadas acesas durante todo o período de trabalho, independentemente da incidência da luz natural.

A APS tem procedido à adaptação das janelas fixas para janelas móveis, nos gabinetes do edifício Administrativo, para colmatar as necessidades de arrefecimento e renovação de ar do edifício. No entanto, esta medida ainda só se verifica no piso 1 da ala Sul.

Instalaram-se ainda, em alguns dos vãos envidraçados do edifício Administrativo, com exposição a Sul, películas para escurecer as janelas. Esta medida diminui a quantidade de luz que penetra no edifício, mas aumenta os ganhos solares do espaço em questão, aumentando a temperatura interior.

As grandes superfícies envidraçadas, como a fachada virada a Este do edifício Administrativo, podem originar iluminação natural excessiva. Os ocupantes do espaço podem sentir-se ofuscados face à superfície envidraçada e a radiação incidente pode provocar assimetrias na temperatura e provocar desconforto nas horas de maior incidência do sol.

Medições efectuadas no âmbito da auditoria energética

O horário de trabalho das instalações da APS onde se procedeu à realização da presente auditoria é das 9h00 às 17h00, com uma hora para almoço.

Pela observação efectuada no local foi possível constatar que a grande maioria dos computadores é desligada durante a noite. Sendo assim, e para efeitos de cálculo, assumiu-se que todos os computadores da APS estão ligados 8 horas por dia, estando desligados nas

restantes. No que diz respeito aos monitores verificaram-se diferentes comportamentos, sendo que muitos dos colaboradores da APS não desligam os monitores, estando, desta forma, ligados 8 horas por dia e em *stand-by* 16 horas por dia.

No que diz respeito à iluminação, e como resultado dos questionários efectuados aos colaboradores da APS, foi possível concluir que a grande maioria liga as luzes quando chega as 9h00, sendo estas desligadas pelo pessoal encarregue da limpeza no fim do dia, a partir das 18h00. Estimou-se assim que as luzes estão ligadas 9 horas por dia, durante o período de trabalho e limpeza dos edifícios.

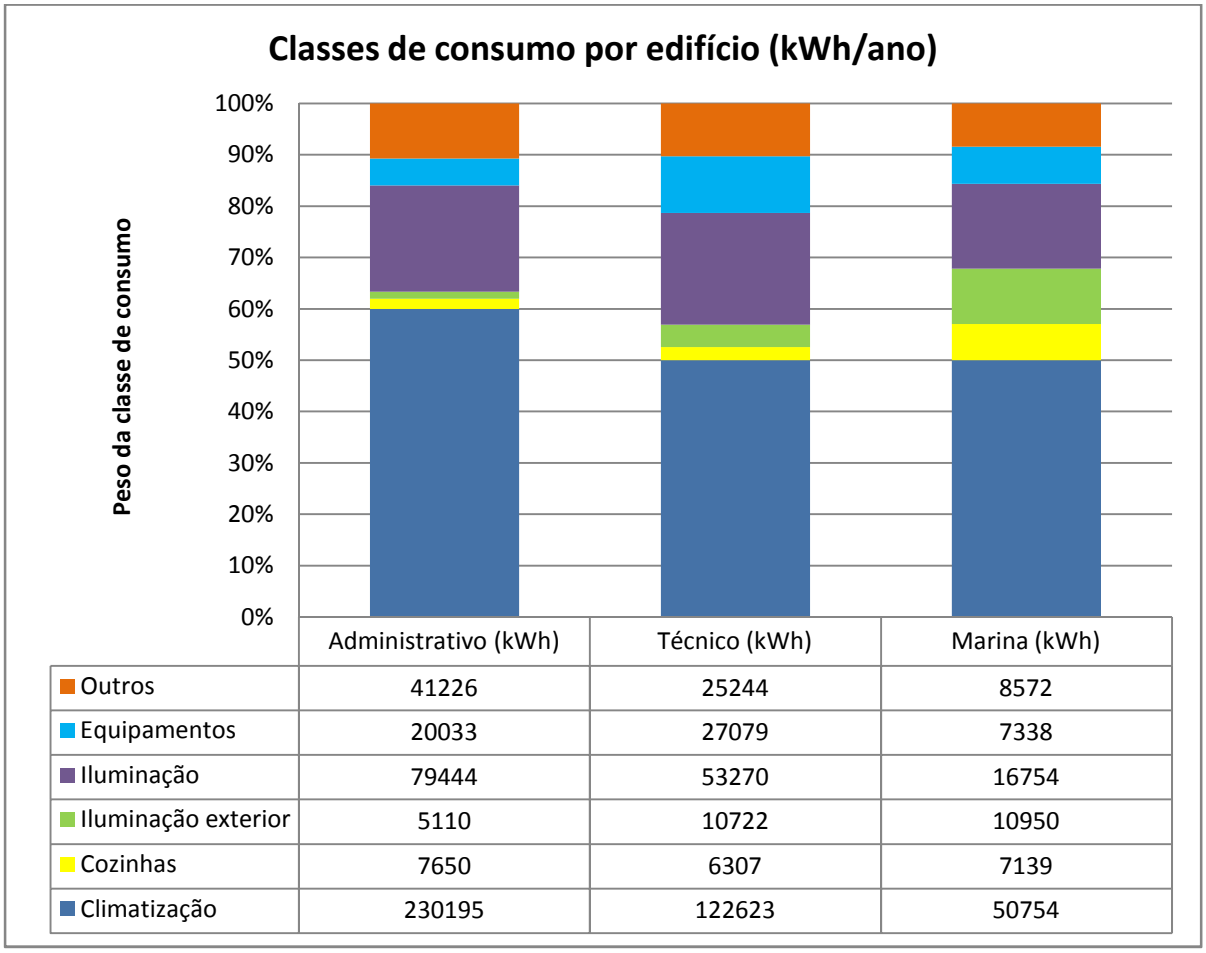
Desta forma, assume-se que todos os gabinetes da APS têm as luzes acesas 9 horas por dia durante 5 dias por semana, estando os corredores e zonas de entrada com as luzes continuamente acesas (24 horas por dia). No que diz respeito a impressoras, faxes, fotocopiadoras e restante equipamento de escritório, verificou-se que estão continuamente ligados, 24 horas por dia.

As medições efectuadas nos edifícios para obter o consumo dos equipamentos e iluminação, permitiram chegar aos resultados presentes na Figura 5.10, onde é possível observar a importância de cada sector no consumo total do edifício.

Na Marina do Porto de Recreio contabilizaram-se apenas os holofotes existentes no parque de estacionamento, não se contando com o consumo da iluminação exterior, devido à falta de informação sobre o número de luminárias existentes, potência das lâmpadas e afectação ao edifício ou à iluminação pública da Avenida Vasco da Gama.

Assumiu-se, de acordo com a revisão da literatura, que a climatização é responsável por 50% do consumo de energia nos edifícios Técnico e Marina do Porto de Recreio, e 60% no edifício Administrativo.

Os dados recolhidos permitem concluir que a iluminação dos espaços interiores é responsável por 21% do consumo de energia eléctrica nos edifícios, enquanto a iluminação exterior representa apenas 2% do consumo, os equipamentos de escritório perfazem 8% e as cozinhas 3% do consumo total.



	Administrativo (kWh)	Técnico (kWh)	Marina (kWh)
Outros	41226	25244	8572
Equipamentos	20033	27079	7338
Iluminação	79444	53270	16754
Iluminação exterior	5110	10722	10950
Cozinhas	7650	6307	7139
Climatização	230195	122623	50754

Figura 5.10 – Distribuição das várias classes de consumo por edifício em 2008.

A classe Outros, que representa 17% do consumo total, diz respeito a consumos cuja origem não foi possível determinar. A existência desta classe deve-se a dificuldades no inventário (salas fechadas, impossibilidade de desligar aparelhos, mudança de serviços, alteração na localização do refeitório, entre outros) e ao facto de existirem nos dados fornecidos outros consumos para além dos referentes aos edifícios.

Não foi possível conhecer o consumo do VTS, devido à impossibilidade de medir o seu consumo directamente e à falta de informação disponibilizada sobre o equipamento, pelo que foi incluído na classe Outros.

Considerou-se importante conhecer o peso de cada classe no consumo total da APS, no ano 2008, de forma a complementar a informação obtida na Figura 5.10, conhecendo assim o peso de cada classe no consumo dos edifícios e no consumo total da APS. Na Figura 5.11 consta o peso de cada classe no consumo global da APS.

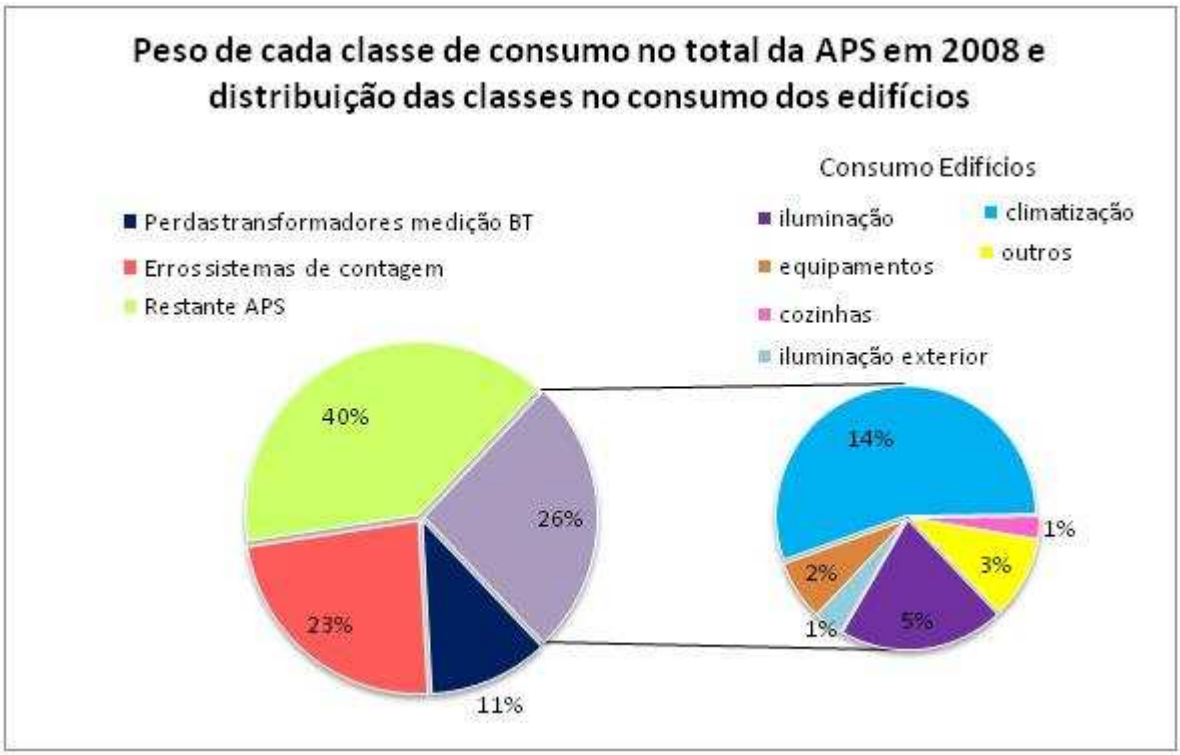


Figura 5.11 – Peso de cada classe no consumo total da APS (para consumos de 2008).

A climatização constitui 14% do consumo total da APS, seguida pela iluminação dos edifícios de escritórios que representa 5% do consumo total. Os equipamentos de escritório são responsáveis por 2% da energia eléctrica consumida pela APS.

Pela análise da Figura 5.10 e Figura 5.11, é possível concluir que as principais classes de consumo dos edifícios da APS são a climatização e a iluminação, sendo, desta forma, estas as classes onde é prioritário intervir, identificando oportunidades de melhoria.

5.6. Indicadores

Indicador económico

Na construção do indicador económico considerou-se o consumo total de energia eléctrica da APS de 2005 a 2008.

No Quadro 5.14 constam os dados obtidos, para as prestações de serviços e para o Indicador económico, no período compreendido entre 2005 e 2008. Na Figura 5.12 é representada a evolução do indicador económico no período em estudo.

Como é possível observar pela análise da Figura 5.12, o consumo de energia por euro produzido pela APS, revelou um decréscimo entre 2005 e 2006, mantendo-se aproximadamente constante no período seguinte e aumentando a partir de 2007. O aumento registado em 2008 deve-se ao consumo de combustível que se registou nesse ano como

resultado da limpeza do braço do posto 6. Assim, pode-se concluir sobre a necessidade de utilizar vários indicadores na avaliação do desempenho energético, visto que, neste caso, o resultado alcançado foi influenciado por uma actividade extremamente rara.

Quadro 5.14 – Prestações de serviços e consumo de energia por euro produzido.

Dados fornecidos pela APS.

Ano	Prestações de serviços (1000 €)	Consumo energia eléctrica (TJ)	Consumo Combustível (TJ)	Energia Total TJ	Indicador económico (kJ/(€.ano))
2005	29 870	5,5	6,4	12	402
2006	33 877	6,1	6,8	13	382
2007	33 710	6,1	6,8	13	384
2008	32 832	6,6	8,1	15	449

Figura 5.12 – Evolução do indicador económico, entre 2005 e 2006.

Indicador social

No Quadro 5.15 consta o número de colaboradores da APS por edifício, em 2008, e no Quadro 5.16 encontram-se os resultados obtidos para o indicador social: consumo de energia eléctrica por utilizador.

Como é possível observar pela análise do Quadro 5.16 o edifício Administrativo é o que apresenta o maior valor para o indicador em causa, sendo também o que apresenta maior consumo no total dos edifícios. Isto pode ser devido ao facto do edifício Administrativo ser aquele que apresenta maiores necessidades de climatização, devido à sua exposição solar e ao facto não possuir aberturas para ventilação natural e dispositivos de sombra.

Quadro 5.15 – Número de colaboradores da APS por edifício para o ano 2008.

Dados fornecidos pela APS.

Trabalhadores da APS afectos a cada edifício	
Edifício	**Total**
Trabalhadores afectos ao Edifício Administrativo	56
Trabalhadores afectos ao Edifício Técnico	63
Trabalhadores afectos ao Edifício A9 - ZAL	5
Trabalhadores afectos ao Porto de Recreio	4
Trabalhadores afectos ao Ex - Edifício CDN	19
Trabalhadores afectos ao Quartel de Bombeiros	27
Total	**174**

Quadro 5.16 – Número real de utilizadores por ano e Indicador social: Consumo de energia eléctrica por utilizador.

Edifício	Utilizadores	Indicador social (kWh/(utilizador.ano))
Administrativo	56	6851
Técnico	63	3893
Marina do Porto de Recreio	40	2538

O edifício da Marina do Porto de Recreio é o que apresenta menor consumo por utilizador. Contudo, não faz sentido comparar o consumo dos edifícios Administrativo e Técnico com a Marina do Porto de Recreio, visto que os primeiros são edifícios de serviços com escritórios, enquanto o último se refere à prestação de apoio aos utilizadores das embarcações de recreio, no qual os escritórios têm uma utilização mínima no global do edifício.

Indicador físico

No quadro 5.17 constam as áreas dos edifícios em estudo e o consumo de energia por metro quadrado – indicador físico.

O consumo anual típico de energia num edifício de escritórios, nos EUA, é 293 kWh/m^2 (Pérez-Lombard *et al*, 2008b). Tendo como referência o valor indicado para o consumo de energia eléctrica por metro quadrado, é possível observar que o indicador físico calculado para os edifícios de serviços da APS é inferior a este valor, mostrando que, apesar das falhas encontradas no planeamento e funcionamento dos edifícios, o seu consumo se coaduna com a literatura revista.

Quadro 5.17 – Indicador físico: Consumo de energia eléctrica por metro quadrado (kWh/(m^2.ano)). Dados fornecidos pela APS.

Edifício	Área Total (m^2)	Indicador físico (kWh/m^2)
Administrativo	3010	127
Técnico	1335	184
Marina do Porto de Recreio	920	110

Ressalva-se ainda que estes resultados não indicam que o desempenho energético dos edifícios seja bom ou sequer aceitável, apenas que é melhor que o registado nos EUA, em edifícios sem qualquer tipo de medidas de eficiência energética.

6. Oportunidades de melhoria

6.1. Reabilitação dos edifícios e da envolvente

Tendo em atenção o tipo de materiais e estruturas utilizadas nos edifícios da APS, bem como a sua orientação e funções, considerou-se que se deve intervir nos edifícios ao nível do sombreamento dos vãos envidraçados, isolamento das coberturas e substituição dos envidraçados fixos. Estas medidas isoladamente, ou de forma conjunta, permitirão melhorar o desempenho energético dos edifícios, o conforto térmico e a salubridade do ambiente interior. No Quadro 6.1, constam as medidas que devem ser adoptadas para melhorar o desempenho energético dos edifícios da organização.

Quadro 6.1 – Oportunidades de melhoria nos edifícios de serviços da APS.

Medida	Local	Descrição	Objectivo
Sombreamento	Administrativo Técnico	Palas horizontais exteriores nas fachadas viradas a Sul, Este e Oeste	Reduzir os ganhos solares
Envidraçados móveis	Administrativo	Prover a fachada envidraçada do edifício com janelas com aberturas do tipo móvel	Promover a ventilação natural
Isolamento das coberturas	Administrativo Técnico Marina	Aumentar a espessura do isolante para 4 cm, no mínimo. Coberturas ajardinadas.	Reduzir os ganhos solares

Apresentam-se também sugestões para a substituição dos sistemas de iluminação, aplicação do Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior (SCE) e adopção de estratégias de ventilação natural.

6.1.1. Sombreamento

Os dispositivos de sombreamento podem funcionar como sistemas de protecção da radiação solar e como isolantes térmicos. Considera-se que os dispositivos de sombreamento exteriores são mais eficientes para a aplicação em estudo porque evitam que a radiação solar atinja o envidraçado, impedindo que entre no edifício e o consequente acumular de energia calorífica entre o envidraçado e o dispositivo de sombreamento.

Segundo Monteiro Silva (2001) *fide* Cardoso (2008), este tipo de sombreamento pelo exterior é mais eficaz na redução dos ganhos solares, em cerca de 80%, comparando com a ausência

de qualquer tipo de sombreamento, uma vez que intercepta os raios solares antes de atingirem os envidraçados.

A empresa Sombrear apresentou uma proposta para sombreamento exterior constituído por lâminas horizontais orientáveis, no valor de 140 500 euros. Este valor deve ser tomado como uma aproximação do custo real desta oportunidade de melhoria, pois existem diversas opções possíveis que poderão ser exploradas com uma análise detalhada, por parte da empresa contactada, dos vãos que necessitam de sombreamento.

6.1.2. Envidraçados móveis

A instalação de janelas móveis, no lugar dos envidraçados fixos existentes, permitirá aumentar a ventilação natural, a qualidade do ar interior, reduzir a dependência da climatização artificial e aumentar a sensação de conforto dos ocupantes dos espaços.

A substituição dos envidraçados fixos, no edifício Administrativo, tem sido feita recorrendo a janelas do tipo giratório, pelo que se aconselha continuar a usar o mesmo tipo de sistema nos locais onde ainda não foi adoptada esta estratégia. Na Figura 6.1 indica-se os locais, na fachada do edifício Administrativo, onde se considera mais vantajosa a instalação dos vãos envidraçados, tendo em consideração que todos os gabinetes devem ter vãos envidraçados com aberturas, de forma a usufruir de ventilação natural.

Figura 6.1 – Vãos envidraçados giratórios no edifício Administrativo e locais onde deve continuar a ser efectuado o trabalho.

6.1.3. Isolamento da cobertura

A adopção de um isolante com maior espessura para as coberturas dos edifícios permitirá reduzir os ganhos solares dos mesmos. Sugere-se a adopção de isolamento tipo Roofmate, já existente, mas com espessura igual ou superior a 6 cm.

As coberturas ajardinadas são uma solução que, para além de aumentar o isolamento do edifício e reduzir os ganhos solares, torna as temperaturas interiores mais amenas e melhora a imagem da organização junto do público.

Obviamente, não se sugere que as coberturas sejam totalmente ajardinadas, visto que é necessário deixar área livre para os equipamentos de ar condicionado e para se poder aceder aos mesmos para manutenção.

Sugere-se a aplicação de coberturas ajardinadas nos edifícios Administrativo, Técnico e Marina do Porto de Recreio. Considera-se que a melhor solução para a APS seria do tipo cobertura ajardinada extensiva, visto que não exige manutenção. No Quadro 6.2 consta o custo por metro quadrado de uma cobertura ajardinada do tipo intensiva (visto que o software utilizado dizia respeito a este tipo de solução e não permitia alterações) e o custo de manutenção, enquanto no Quadro 6.3 consta a área de implementação da cobertura ajardinada em cada edifício e o custo correspondente do investimento.

Quadro 6.2 - Custo de uma cobertura ajardinada do tipo plana não acessível, não ventilada, ajardinada intensiva, tipo convencional por m^2 e custo de manutenção nos primeiros dez anos.

Fonte: CYPE Ingenieros (2009)

Descrição	Custo
Cobertura plana não acessível, não ventilada, ajardinada intensiva, tipo convencional	68,56 €/m^2
Custo de manutenção (primeiros 10 anos)	63 €

Quadro 6.3 – Área de implementação da cobertura ajardinada em cada edifício e custo aproximado para uma cobertura deste tipo.

Edifício	Área (m^2)	Custo (€)
Administrativo	869	60 000
Técnico	1359	93 000
Marina do Porto de Recreio	411	28 000
Total	2638	181 000

O custo da aplicação de coberturas deste tipo nos edifícios da APS encontra-se sobrevalorizado, havendo que abater a parte correspondente às áreas de acesso aos equipamentos existentes nas coberturas, devendo esse critério ser considerado no projecto. Deve-se ainda ter em consideração que o preço considerado para a cobertura ajardinada diz respeito a um tipo de características construtivas que terá de ser confirmado.

6.1.4. Iluminação interior

A solução apresentada é baseada na proposta da empresa Formast para a substituição da iluminação existente por lâmpadas do tipo LED. Na Figura 6.2 consta a comparação entre a iluminação actual e a solução apresentada.

Calculou-se o custo do investimento necessário para substituir a iluminação existente nos edifícios da APS por iluminação LED. A informação obtida encontra-se no Quadro 6.4, e no

Quadro 6.5 apresenta-se o resumo do investimento necessário, bem como as poupanças obtidas e o período de retorno do investimento.

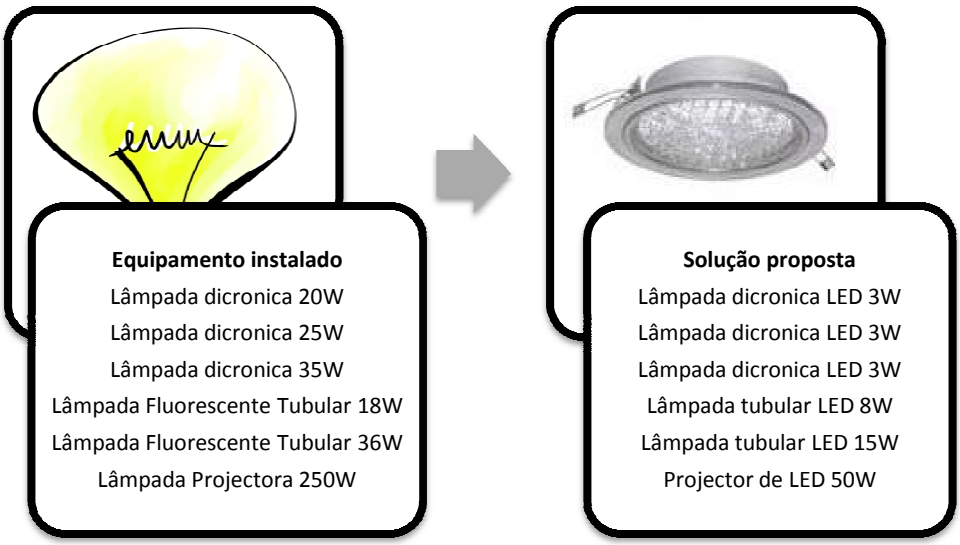


Figura 6.2 – Equipamento de iluminação actual e solução proposta pela empresa Formast.

Quadro 6.4 – Características da solução apresentada para a iluminação interior: preço por unidade e custo do investimento na nova tecnologia.

Adaptado do orçamento proposto pela empresa Formast (2009)

Solução LED	Quantidade	Preço unitário (€)	Custo investimento (€)
Lâmpada dicronica LED 3W	147	28,45	4182
Lâmpada tubular Led 8W	899	46,15	41489
Lâmpada tubular LED 15W	387	62,30	24110
Projector LED 50W	3	384,00	1152
Total	1436	-	**71 000**

Com a aplicação desta medida consegue-se uma poupança anual no consumo de electricidade de aproximadamente 97,7%.

Quadro 6.5 – Resumo do investimento necessário para a substituição da iluminação interior da APS, por tecnologia de iluminação LED.

	Resumo da proposta para iluminação interior
Consumo Equipamento actual (kWh/ano)	149 500
Consumo solução proposta (kWh/ano)	3 500
Poupança (kWh/ano)	146 000
Custo Equipamento actual (€/ano)	12 000
Custo solução proposta (€/ano)	270
Poupança (€/ano)	11 500
Redução emissões GEE ($kgCO_2e$)	69 000
Custo investimento (€)	71 000
Período retorno do investimento (anos)	6,2

6.1.5. Iluminação exterior

- Philips

A proposta de iluminação para os parques de estacionamento e acessos aos edifícios da APS foi apresentada pela empresa Philips. A Figura 6.3 mostra o equipamento actualmente existente e a solução proposta pela Philips.

Não se apresentam soluções para os equipamentos de iluminação da Marina do Porto de Recreio, porque no momento da consulta dos dados de iluminação não foi possível fornecer as necessárias informações à empresa.

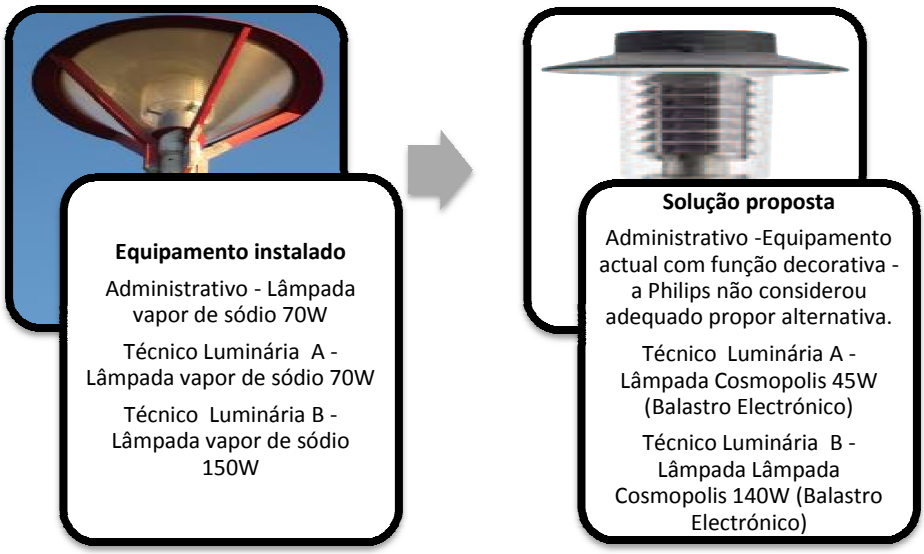


Figura 6.3 – Equipamento instalado para a iluminação exterior da administração portuária e solução apresentada pela empresa Philips.

A empresa contactada para a realização do estudo luminotécnico não considerou adequado propor uma alternativa para as luminárias existentes no parque de estacionamento do edifício Administrativo. A solução actual consiste em luminárias de iluminação indirecta que apresentam pouco encadeamento e são utilizadas em locais onde se pretende criar um ambiente agradável e não necessariamente obter níveis de iluminação elevados.

Foi no entanto sugerido que, para a substituição do equipamento existente, por chegar ao fim do seu tempo de vida útil ou avaria, devem ser consideradas as soluções mais eficientes energeticamente que existem no mercado e que garantem os mesmos níveis de iluminação.

O custo do investimento, segundo informação fornecida pela Philips no estudo luminotécnico fornecido, é apresentado no Quadro 6.6. No Quadro 6.7 consta o resumo do investimento em tecnologia mais eficiente para a iluminação dos espaços exteriores da APS, nomeadamente

poupanças no consumo de electricidade, nas emissões, custo do investimento e período de retorno do investimento.

O preço unitário de cada lâmpada inclui armadura, lâmpada e balastro electrónico.

Quadro 6.6 – Preço unitário e investimento requerido pela solução de iluminação da Philips. Adaptado de orçamento proposto pela Philips.

Solução apresentada	Quantidade	Preço unitário (€)	Custo investimento (€)
Luminária tipo A - Lâmpada Cosmopolis 45 W	10	450	4500
Luminária tipo B - Lâmpada Cosmopolis 140 W	11	350	3850
Total	21	-	**8350**

Quadro 6.7 – Resumo do investimento em nova tecnologia para a iluminação exterior da APS.

	Resumo da proposta para iluminação exterior	
	Luminária tipo A	**Luminária tipo B**
Consumo equipamento actual (kWh/ano)	3 194	7 500
Consumo solução proposta (kWh/ano)	1 862	6 000
Poupança (kWh/ano)	1 332	1 500
Custo Equipamento actual (€/ano)	251	600
Custo solução proposta (€/ano)	146	470
Poupança (€/ano)	105	121
Redução emissões GEE ($kgCO_2e$)	626	727
Custo investimento (€)	4 500	3 900
Período retorno do investimento (anos)	43	32

O investimento permitirá poupanças de 42% no consumo de electricidade nas luminárias do tipo A e 21% nas luminárias do tipo B, que se reflectem igualmente na factura energética da APS.

O período de retorno das soluções de iluminação propostas pela Philips é extremamente elevado, indicando que as poupanças alcançadas não justificam o investimento necessário.

- Eurosolution

Considerou-se ainda interessante estudar a aplicabilidade de candeeiros solares nos parques de estacionamento da APS, pelo que se apresentam as informações disponibilizadas pela empresa Eurosolution.

A Eurosolution considera que os candeeiros solares são a melhor abordagem quando se trata de um projecto novo, visto que se evitam os gastos com infra-estruturas e equipamentos. São excepções a este abordagem países com distribuição de energia precária ou quando o cliente

pretende, por uma questão de imagem, instalar candeeiros solares mesmo quando já possui candeeiros tradicionais.

A empresa contratada desaconselhou a aplicação deste tipo de iluminação, devido aos seus custos elevados, na iluminação exterior da APS. O custo de cada candeeiro solar com 4 metro é 1 750 € + IVA a 12%, para encomendas inferiores a 100 candeeiros.

Segundo a Philips, importa notar que o período de retorno calculado considera o investimento necessário para uma nova solução, desprezando o investimento que foi necessário para a solução existente. Se forem comparados os custos dos dois investimentos conclui-se que a solução mais eficiente do ponto de vista energético e económico, para novos edifícios ou substituição de equipamento obsoleto, é a tecnologia LED, Cosmopolis ou candeeiros solares, que permitem poupanças de energia significativas, apesar do investimento inicial elevado.

Desta forma, e tendo em consideração que a APS possui no momento soluções de iluminação que desempenham uma função decorativa, é necessário assumir os custos dessas soluções como consequências do design dos espaços. No entanto, sugere-se que, aquando da aquisição de novas soluções de iluminação exterior, se procure investir em candeeiros solares visto que não consomem electricidade e não necessitam das infra-estruturas que o fornecimento de energia eléctrica acarreta.

6.2. Aplicação do Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior (SCE)

Compete à APS contratar peritos qualificados para aplicar o RSECE nos edifícios de serviços da organização. Para este fim, deve ser consultada a página do portal do Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios, para pesquisar a existência de peritos qualificados para a realização do estudo.

A lista de peritos encontra-se disponível na página da ADENE, http://www.adene.pt/ADENE.Portal, e o link para o SCE e a bolsa de peritos encontram-se no lado esquerdo da página.

O perito qualificado do RSECE emitirá um Certificado Energético contendo diversas informações, tais como a identificação do imóvel, etiqueta de desempenho energético, validade do certificado, descrição sucinta do imóvel, descrição das soluções adoptadas, resumo das medidas de melhoria, entre outros campos que são específicos do edifício considerado.

A organização deve adoptar uma estratégia energética direccionada para a poupança de energia e não apenas para o cumprimento legal. Assim, após a elaboração do RSECE não devem ser adoptadas apenas as medidas que permitam melhorar a etiqueta de desempenho energético e o cumprimento das obrigações legais, mas também todas as práticas que reduzam o consumo de energia.

Ventilação natural

A instalação de janelas móveis, no lugar das fixas que existem actualmente, promove a ventilação natural e a redução do uso de sistemas de climatização mecânicos. Sugere-se ainda que se adoptem, nos edifícios em que tal seja possível não comprometendo a segurança, estratégias de ventilação passiva, como a ventilação nocturna. A ventilação nocturna permitirá o arrefecimento dos edifícios durante o período nocturno, durante o Verão, aproveitando as temperaturas mais baixas no exterior do edifício. No Inverno a estratégia adoptada deverá consistir na abertura das janelas durante o dia, quando a temperatura exterior é superior à interior do edifício, devido ao arrefecimento nocturno do mesmo.

6.3. Sistema de Gestão de Energia e instalação de contadores de energia eléctrica

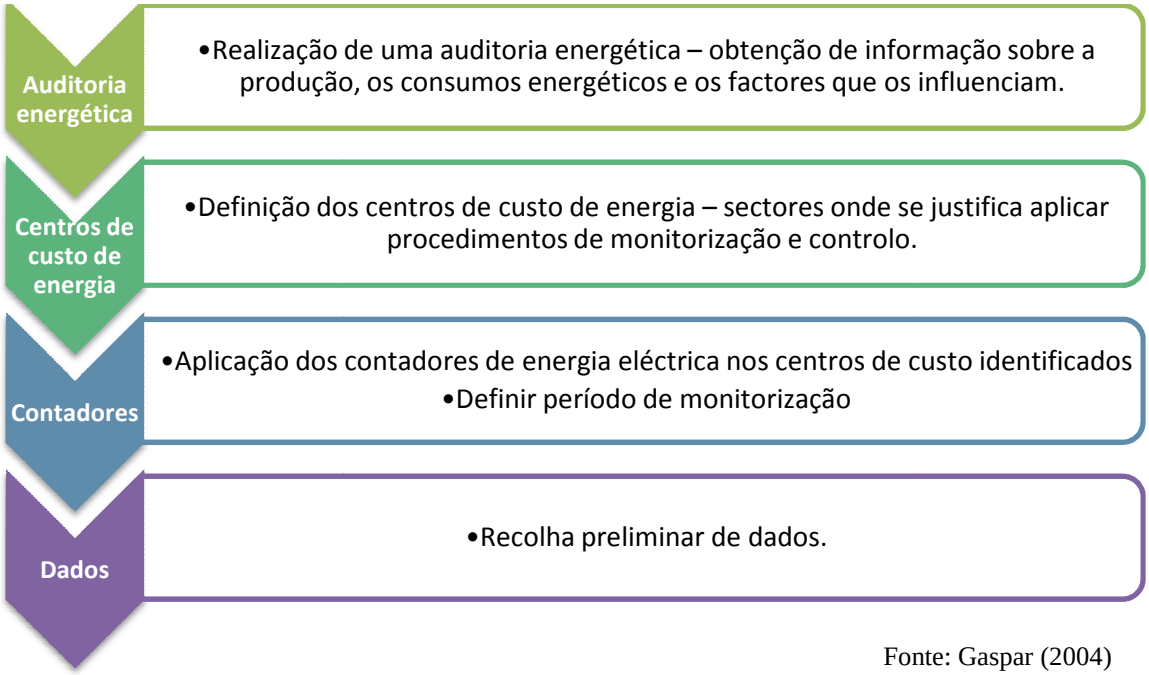
6.3.1. Sistema de Gestão de Energia

Considera-se que a implementação de um Sistema de Gestão de Energia (SGE) é indispensável, atendendo a que se detectaram várias dificuldades na contabilização dos consumos de energia eléctrica e na sua atribuição por edifício e actividade.

A organização deve implementar um SGE, do tipo *Monitoring & Targetting* (M&T), que tem como objectivo dispor de informação constantemente actualizada e possibilitar o controlo dos consumos energéticos dos diferentes sectores ou equipamentos. Este sistema efectuará a monitorização constante dos consumos, permitindo definir valores de referência em relação aos quais é possível determinar anomalias e estabelecer metas de redução dos consumos energéticos.

A implementação do sistema de M&T, por parte da organização, implica o seguimento das tarefas constante na Figura 6.4.

Os dados recolhidos permitirão estabelecer os valores do consumo de energia padrão, resultante do funcionamento da instalação nas melhores condições, e as metas de redução. Um desvio nos dados recolhidos será resultado da ocorrência de algo anormal, implicando a investigação da fonte de problema e a adopção de medidas correctivas (Gaspar, 2004).



Fonte: Gaspar (2004)

Figura 6.4 – Tarefas necessárias à implementação de um SGE de M&T.

A entidade deve seguir o procedimento indicado, nomeando um gestor de energia eléctrica e uma equipa encarregue desta função. Como resultado do presente trabalho, as duas primeiras etapas da implementação de um sistema M&T já estão cumpridas, considerando-se que os sectores de consumo de energia – centros de custo – onde é necessário intervir para monitorizar os consumos são:

- Climatização
- Iluminação
- Consumo de combustível por parte da frota automóvel

Sugere-se ainda a elaboração de um Relatório Anual de Energia, com os consumos registados, por centro de custo, as anomalias identificadas, as oportunidades de melhoria adoptadas e os seus resultados no consumo de energia.

6.3.2. Contadores de energia eléctrica

A instalação de contadores permitirá conhecer o consumo de energia eléctrica atribuído a cada edifício ou cada grupo de actividades, permitindo assim conhecer quais os sectores responsáveis pelos maiores consumos, facilitando a tarefa do gestor de energia. Esta medida, ao ser aplicada, evitará situações como a actual, em que não se conhece o consumo preciso de cada edifício e é necessário recorrer a estimativas.

A situação do PT9 – Porto de Serviços é um excelente exemplo da necessidade de contadores, visto que o consumo do edifício é apenas uma fracção mínima do registado no PT – cerca de 3,5% - e o restante consumo deve-se a fornecimento de energia a outras actividades. No entanto, não é possível contabilizar exactamente a quantidade de energia eléctrica afecta a cada actividade ou edifício.

A APS já se encontra no presente momento a proceder à instalação de contadores de energia, pelo que o custo da medida já está a ser suportado pela entidade. Assim, sugere-se que os contadores de energia eléctrica sejam instalados por centro de custo, ou seja, por sector de consumo. Assim, cada edifício deverá ter os seguintes contadores:

- Contador 1: Climatização
- Contador 2: Iluminação interior
- Contador 3: Iluminação exterior
- Contador 4: Restantes sistemas do edifício

Considera-se ainda relevante a instalação de contadores nos cais onde existem tomadas de fornecimento de energia eléctrica aos navios, um contador por cada tomada, para que seja possível determinar com precisão a quantidade de electricidade fornecida.

6.4. Boas práticas

A adopção de boas práticas por parte dos colaboradores da APS na utilização dos equipamentos permitirá reduzir os consumos registados, nomeadamente ao nível da iluminação dos escritórios e dos equipamentos.

Assim, sugere-se que se eliminem os consumos em *stand-by* e *off-power*, desligando os aparelhos e as fichas triplas que já existem nos edifícios da administração. Aconselha-se ainda a adopção de estratégias de ventilação natural, e a redução do número de horas diárias de iluminação artificial. Como foi referido na revisão da literatura, estas estratégias para além de conseguirem poupanças de energia garantem um melhor ambiente interior dos edifícios e aumentam a sensação de conforto dos utilizadores.

No Quadro 6.8 constam as reduções obtidas com a eliminação dos consumos dos equipamentos em *stand-by* e *off-power*.

Pela análise do Quadro 6.8 é possível observar que, pela mera adopção de boas práticas para a eliminação de consumos desnecessários é possível reduzir o consumo de energia eléctrica na APS em 14 500 kWh/ano. Esta redução corresponde, no total da factura energética da administração portuária, a 1% do consumo e a uma poupança de 1 150 euros por ano.

Quadro 6.8 – Redução registada no consumo de energia eléctrica pela eliminação dos consumos em *stand-by* e *off-power*.

Edifício	Consumo actual (kWh/ano)	Consumo sem stand-by e off-power (kWh/ano)	Redução (kWh/ano)	Redução (€/ano)
Administrativo	20 000	14 600	5 500	428
Técnico	27 000	19 000	8 000	630
Marina	7 400	6 400	964	76
Total	54 500	40 000	14 500	1 150

6.4.1. Programa *APS Eficiente*

Referiu-se, ao longo do trabalho, a importância da sensibilização dos colaboradores da APS e da comunicação dos esforços feitos pela gestão de topo para optimizar o consumo de energia e o desempenho ambiental da organização.

Assim, sugere-se a adopção de um programa de sensibilização dos colaboradores para a problemática da eficiência energética, nas mesmas bases do *Employee Energy Awareness*, da BC Hydro, referido na revisão da literatura.

O programa de sensibilização a adoptar pela organização não apresenta custos e tem um grande potencial de poupança. Os passos a adoptar pela APS para instaurar o Programa *APS Eficiente* são:

- Enviar um e-mail geral para os colaboradores da APS a explicar o âmbito do programa e a importância da sua colaboração.
- Sessão de formação para os colaboradores directos e para os operadores dos terminais concessionados.
- Presença da gestão de topo na sessão de formação, para comunicar aos colaboradores o envolvimento de toda a APS e a importância de cada acção individual.
- Posters com informação sobre o Programa *APS Eficiente* e as boas práticas.

No Anexo XI consta o programa da sessão de formação a leccionar aos colaboradores e operadores dos terminais, numa sessão de 30 minutos, com as questões centrais para os sensibilizar para a questão da problemática da eficiência energética.

A sessão de formação deverá ser iniciada com a presença da gestão de topo da APS, que deverá procurar sensibilizar os colaboradores para esta questão. Após a sessão de formação deverá ser programado algum tempo para questões e dúvidas e deverá existir margem para um

debate entre os colaboradores, para que possam dar a sua opinião sobre as medidas apresentadas e sugerir outras.

6.5. Consumo de Combustível

A classe onde se regista o maior consumo de combustível é a das viaturas, e por isso esta classe revela-se relevante para o estudo apresentado e para a implementação das oportunidades de melhoria. Este centro de custo será monitorizado pelo SGE, pelo que desvios ao consumo padrão serão identificados e corrigidos. Os colaboradores da APS utilizam as viaturas da organização nas suas deslocações diárias: de casa para o local de trabalho, para almoço, do local de trabalho para casa e em deslocações necessárias ao desempenho das suas funções.

Optou-se, nesta secção do trabalho, por sugerir boas práticas para os colaboradores optimizarem o consumo das viaturas.

Visto que a APS possui um autocarro que transporta os colaboradores para a cantina da instituição deverá ser incentivado o seu uso. No caso dos colaboradores que utilizam o carro para ir almoçar fora da cantina, devem ser incentivados a partilhar boleias, reduzindo assim o consumo de combustível.

Os colaboradores devem procurar adoptar uma condução ecológica, que permite poupar combustível e emissões de poluentes. Na Figura 6.5 constam as boas práticas de condução que, segundo a Renault, devem ser adoptadas para uma eco-condução.

As medidas enunciadas na figura não permitem, no entanto, determinar de forma quantitativa as reduções de consumo de combustível e de emissão de GEE possíveis.

Para a implementação desta estratégia é necessário que as boas práticas sugeridas sejam comunicadas aos colaboradores, seja através de sessões de formação, comunicação interna da organização ou seguindo o mesmo esquema de placares expositivos adoptado para a comunicação da Politica de Qualidade, Ambiente e Segurança.

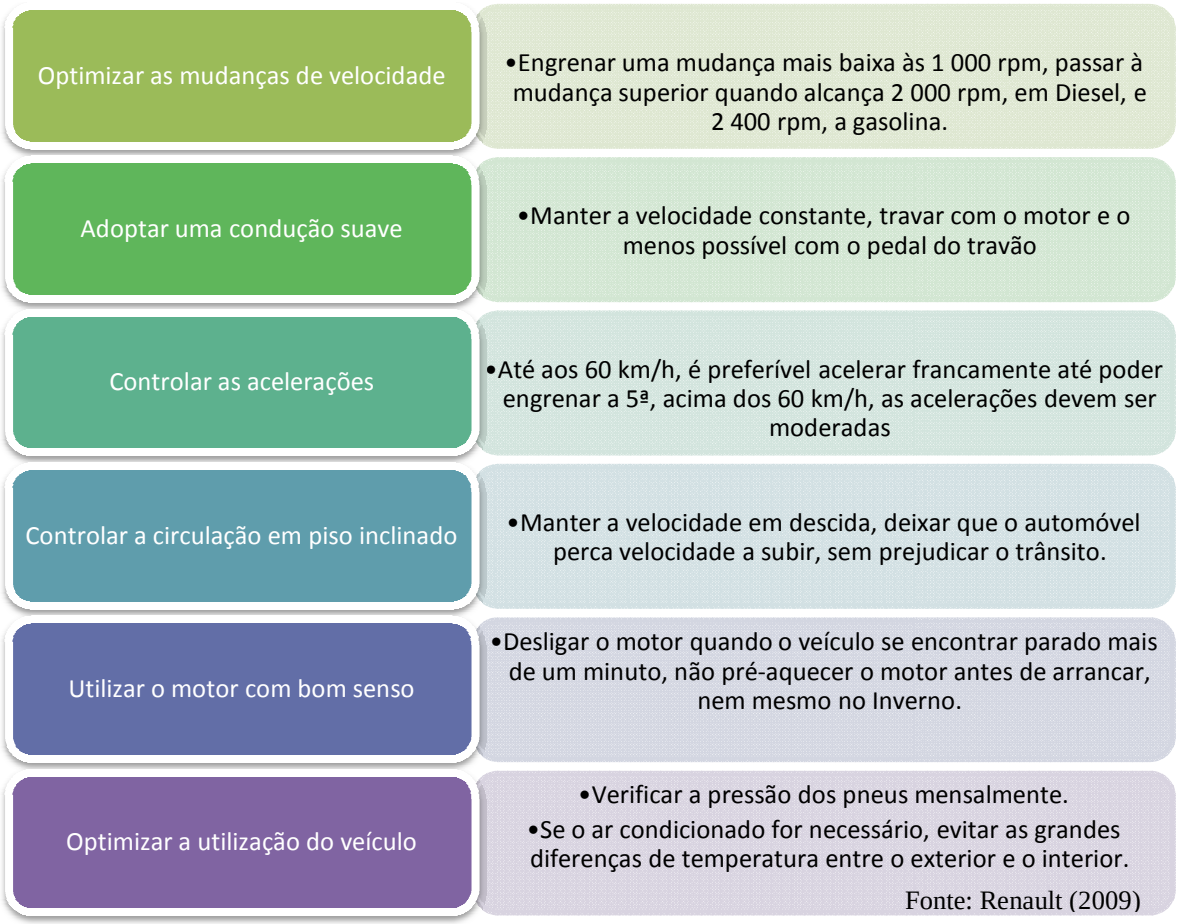


Figura 6.5 – Práticas a adoptar para uma eco-condução.

6.6. Concessões

No momento actual, as concessões da APS, e restantes administrações portuárias, seguem o disposto no Decreto-Lei n.º 324/94, de 30 de Dezembro, não sendo incentivadas a melhorar o seu desempenho, se isso não for exigido por lei. As empresas que exploram os terminais são obrigadas a cumprir todas as disposições presentes na lei que se apliquem à sua actividade.

O Tribunal de contas (2007) nota que não existe nenhum código de boas práticas que opere como suporte à celebração dos contratos de concessão de serviço público, sendo que as administrações portuárias actuam sem conhecimento das aprendizagens conseguidas pelas outras administrações.

Segundo a APS as concessões existentes são, na sua maioria, antigas não existindo, na altura em que foram celebrados os contratos, preocupações relativas ao desempenho energético dos concessionários, nem sendo considerada a problemática da energia consumida uma questão relevante.

Quando questionada sobre o desempenho energético dos concessionários a APS, nomeadamente a Direcção de Concessões e Áreas Dominiais, mostra que a sua responsabilidade é com o cumprimento da lei, sendo as preocupações ambientais não obrigatórias por lei encaradas como uma mais-valia, mas deixadas ao critério dos concessionários.

No que diz respeito aos concursos recentes, a APS afirma que o desempenho energético não foi considerado como um critério de selecção ou de desempate entre concorrentes, informando ainda que no concurso mais recente, relativo ao Terminal de Granéis Líquidos e Gestão de Resíduos, datado de 2008, existiu apenas um concorrente, não tendo este factor relativo ao desempenho energético sido considerado como critério de selecção.

A APS considera ainda que não pode exercer sobre os concessionários um tipo de exigência que não é obrigatória por lei, ou pelo próprio contrato de concessão, independentemente de considerar que poderão existir mais-valias quer ambientais, quer económicas, na melhoria do desempenho energético das concessões (Com. Pessoal [Eng.ª Ana Ramos]).

A posição defendida pela APS não se adequa à política de inovação e sustentabilidade da organização. Da mesma forma que ao aderir à bandeira *Green Award*, o Porto de Sines não obtém qualquer tipo de benefício financeiro, obtendo, no entanto, benefícios ambientais que lhe permitem consolidar a sua posição no mercado, o porto deve procurar que as suas concessões sigam a mesma política de desempenho ambiental, não fazendo sentido procurar a excelência no desempenho ambiental da APS, ao passo que as concessões continuam a descurar este aspecto.

As concessões do Porto de Sines, que apresentem consumos superiores a 500 tep/ano, são abrangidas pelo SGCIE, sendo desta forma alvo de auditorias energéticas. Assim, as empresas responsáveis pelas concessões de uso dos terminais são obrigadas, por lei, a melhorar o seu desempenho energético e a apresentar provas. No Quadro 6.9 consta o consumo de energia eléctrica, em 2008, dos terminais da APS.

Quadro 6.9 – Terminais da APS e consumo em 2008 (tep/ano).

Terminal	Consumo (tep/ano)
TMS	995
TPQ	37
TXXI	466
TGL	487
Petrogal	151

O TMS é o único terminal que apresenta consumos superiores a 500 tep/ano, sendo desta forma abrangido pelo SGCIE. O TXXI e TGL apresentam consumos muito próximos do previsto na legislação, desconhecendo-se se estão a ser alvo de auditoria energética.

Visto que o Porto de Sines quer consolidar a sua posição como principal porto nacional e a aposta num modelo de gestão responsável (veja-se a adesão a um protocolo com a Quercus em Julho de 2009), os esforços da administração para melhorar o desempenho energético do porto não se devem extinguir nas imposições legais.

Criando um sistema semelhante a um prémio verde para as concessões que adoptem medidas de eficiência energética, o Porto de Sines poderia incentivar a sustentabilidade da actividade portuária e a sua valorização comercial. Esta medida deve tomar a forma de um incentivo económico, e nunca de uma obrigação, dado a falta de enquadramento legal.

6.6.1. Incentivo para a Eficiência Energética

A visão do Porto de Sines é ser um porto mais eficiente e competitivo, consolidando a sua posição enquanto activo estratégico nacional com relevo no contexto portuário europeu e mundial. Para tal a APS deve ser pioneira e modelo de exemplo para os restantes portos nacionais e internacionais.

A adopção de um incentivo para a eficiência energética dos terminais concessionados permitirá à organização expandir o seu modelo de gestão da qualidade, ambiente e segurança, desde a gestão e prestação de serviços da APS à movimentação de mercadorias por parte dos terminais concessionados. O incentivo para a eficiência energética tomará a forma de um desconto nas rendas das concessões.

O incentivo referido consiste numa abordagem voluntária com cobertura local, visto que é um esquema que cobre uma área geográfica pequena (o Porto de Sines, com possibilidade de ser alargado para toda a zona industrial de Sines), e que consiste em padrões desenvolvidos por uma entidade pública a que as firmas participantes podem aderir (OCDE, 2009)

Propõe-se ainda o estabelecimento de um novo critério energético na selecção das empresas concessionárias dos terminais do Porto de Sines. Este critério deverá servir de ferramenta de selecção entre empresas que se pretendam estabelecer no mesmo terminal, dando preferência à que, em igualdade de outros aspectos, apresentar a melhor proposta para a eficiência energética e a gestão do ambiente.

A estratégia para a adesão à eficiência energética deverá ser faseada. A fase 1 – Implementação – será constituída pelo Incentivo para a Eficiência Económica, a fase 2 – Reavaliação do mecanismo – pressupõe a reavaliação do incentivo.

Fase 1 – Implementação do incentivo para a Eficiência Energética

A aplicação do Incentivo à Eficiência Energética pressupõe que as concessões do Porto de Sines deverão, numa base voluntária, implementar um SGE e apresentar um Relatório de Energia à APS. O Relatório de Energia deverá ser apresentado de três em três anos, com os consumos registados e os resultados obtidos nesse período.

Numa primeira fase – ano de implementação do SGE – as empresas que gerem as concessões dos terminais, mesmo aquelas que não se qualifiquem no âmbito do SGCIE, devem ser alvo de uma auditoria energética. O Relatório da Auditoria Energética deverá ser apresentado à APS, e deverá conter o consumo de energia da organização por sector e as medidas que vão ser adoptadas para corrigir os desperdícios encontrados na auditoria. Nos anos seguintes deverá ser apresentado apenas o Relatório de Energia, não se considerando necessário a realização de auditorias energéticas posteriores, nos casos em que tal não é obrigatório por lei.

O Relatório da Auditoria Energética é o resultado da auditoria realizada por peritos qualificados, enquanto o Relatório de Energia reporta o desempenho energético da empresa e é realizado pela própria com o objectivo de se qualificar para adopção do incentivo para a eficiência energética.

A estrutura sugerida para o Relatório de Energia é a seguinte (adaptado de Gaspar (2004)):

1. Objectivos da empresa em termos energéticos
2. Consumos anuais e custos totais de energia (para os três anos em questão)
3. Consumos e custos por forma de energia
4. Relação entre o consumo de energia e a produção
5. Distribuição dos consumos de energia por sector produtivo
6. Emissões de GEE
7. Identificação dos principais centros de custo
8. Medidas a implementar para melhorar o desempenho energético

No relatório apresentado no triénio seguinte a empresa deverá seguir a mesma estrutura, acrescentando os resultados obtidos com a implementação das oportunidades de melhoria.

Para que a concessionária usufrua do incentivo económico é obrigatório que apresente o Relatório de Energia, numa base trienal. Compete à APS analisar os Relatórios de Energia e

classificar os resultados obtidos com a implementação das oportunidades de melhoria identificadas na auditoria energética.

O incentivo será atribuído em função das medidas adoptadas e dos resultados obtidos, e será materializado sob a forma de um desconto nas rendas pagas pelas concessões. A APS deverá basear a atribuição do incentivo num sistema de classificação assente nos parâmetros que constam na Figura 6.6.

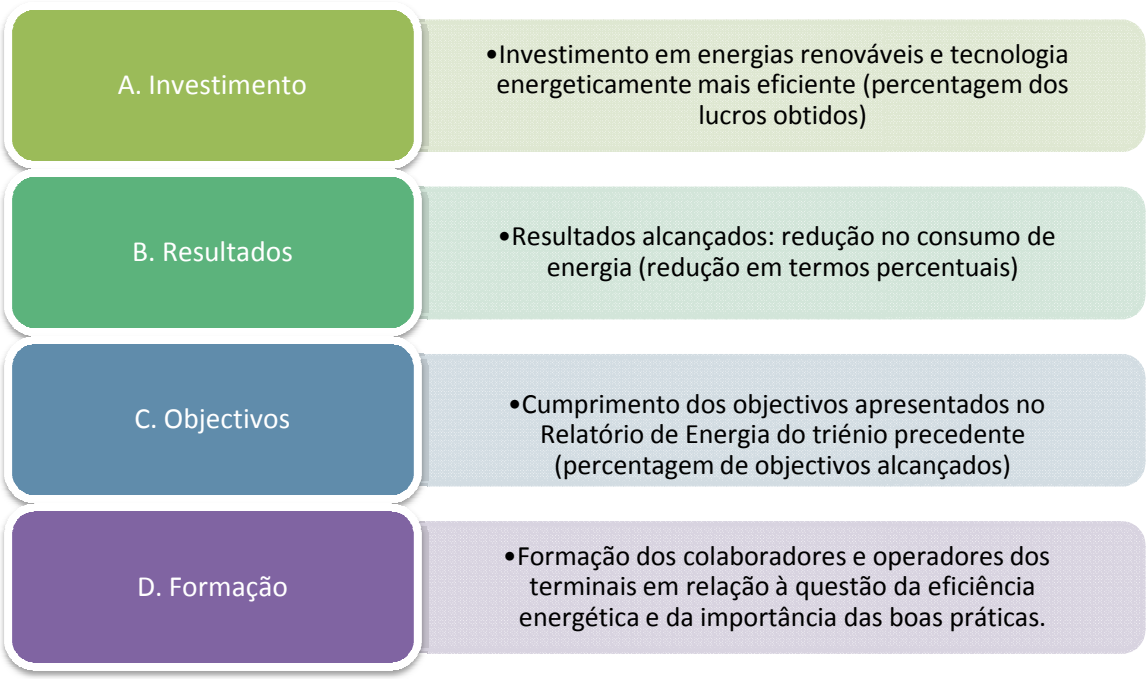


Figura 6.6 – Parâmetros em que se baseia a classificação do Incentivo à Eficiência Energética.

O sistema de classificação considera intervalos de valores para cada parâmetro, segundo os quais será atribuída uma classificação numa escala linear entre 1 (pior resultado) e 5 (melhor resultado).

Os objectivos apresentados pelas empresas concessionárias são resultado de um acordo estabelecido pela APS, em que esta entidade designa as metas estabelecidas para cada concessão tendo em consideração vários factores, tais como o volume de negócios da empresa, o consumo de energia e as emissões correspondentes, entre outros a estabelecer.

Serão atribuídos intervalos para os parâmetros A, B e C, enquanto para o parâmetro D deverá ser referida a realização, ou não, das sessões de formação. Propõe-se como exemplo para o critério A a seguinte chave de atribuição da classificação:

A. [0-5%[= 1; [5-10%[= 2; [10-15%[= 3; [15-20%[= 4; [20-25%[= 5

Notar que a chave de atribuição dos parâmetros é uma sugestão da possível para este incentivo, cabendo à administração chegar a acordo com as empresas concessionárias sobre a melhor solução para todos os interessados.

A classificação final resultará da média aritmética das classificações obtidas nos parâmetros A, B e C.

Após a atribuição da classificação de eficiência energética resta atribuir o desconto na renda da concessão.

O desconto sugerido é apenas um exemplo, a título de exercício, visto que se desconhece a forma como são calculadas as rendas das concessões e os seus valores monetários. Compete à APS determinar o valor do desconto que mais se adequa à actividade e ao disposto na renegociação dos contratos de concessão.

Na Figura 6.7 apresentam-se as classes de eficiência energética possíveis e o respectivo desconto na renda da concessão.

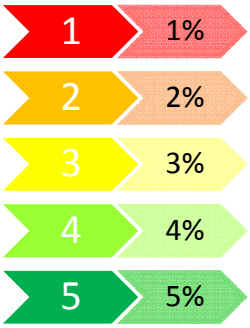


Figura 6.7 – Classe de eficiência energética e correspondente redução na renda das concessões

Não se pretende com este incentivo económico que a empresa concessionária seja ressarcida do investimento realizado em tecnologia mais eficiente, este é apenas um mecanismo para incentivar esse investimento. As empresas responsáveis pelas concessões dos terminais devem ter em consideração que as externalidades resultantes da sua actividade devem ser internalizadas nos custos, e o investimento em tecnologia mais eficiente é uma forma de reduzir os efeitos adversos no meio ambiente. Este incentivo pode ser considerado como uma forma de diminuir o período de retorno dos investimentos realizados, visto que permitirá obter um desconto directo nas concessões.

Fase 2 – Reavaliação do mecanismo

Assume-se que, passados alguns anos, será necessário reavaliar o esquema e as tecnologias adoptadas, bem como a possibilidade de adoptar novas estratégias de desenvolvimento.

As empresas concessionárias devem ser convocadas para uma sessão de trabalho sobre o incentivo aqui apresentado, sendo a sua opinião e conhecimento essenciais para a adopção e melhoria do mesmo, visto que pode apresentar falhas e dificuldades de aplicação, nomeadamente na definição dos intervalos dos parâmetros e no período de implementação das oportunidades de melhoria (9 anos).

Considera-se que os resultados da aplicação deste mecanismo devem ser comunicados às restantes administrações portuárias, fomentando a troca de informação entre os vários portos e as vantagens que daí advêm para a gestão portuária nacional.

6.7. Cold Ironing

6.7.1. Fornecimento de energia proveniente de uma fonte terrestre

Na situação actual – estado da arte no que diz respeito ao *cold ironing* – a aplicação deste sistema no Porto de Sines só seria possível no TMS, TXXI e TGL.

De acordo com a APS, nos terminais TPQ e TGN não se pode aplicar o sistema, por razões de segurança e porque não existe energia suficiente disponível para fornecer a estes navios, que têm a bordo inúmeros equipamentos, como bombas, caldeiras, entre outros. As questões de segurança devem-se ao facto de os navios que transportam produtos inflamáveis serem obrigados a ter as máquinas principais e auxiliares de manobra sempre preparadas, para que, em caso de emergência, possam largar imediatamente do posto de atracação.

A aplicação do *cold ironing* pode ser inviabilizada pelos elevados consumos de energia exigidos pelas gruas e maquinaria a bordo dos navios. No entanto, no caso do Porto de Sines, nos terminais TMS e TCS o movimento de mercadorias é realizado recorrendo aos pórticos e gruas do próprio terminal, não se colocando a questão dos elevados consumos das gruas e maquinaria a bordo (Com. Pessoal [Comandante Brazuna Fontes]).

O estudo da viabilidade da implementação do *cold ironing* no Porto de Sines deve ser realizado com o objectivo de conhecer as vantagens e desvantagens deste sistema e se, nas condições vigentes neste porto, seria uma medida custo-eficaz.

A metodologia a adoptar na implementação do *cold ironing*, pode ser consultada em detalhe no Quadro 6.10 baseado no Guia de implementação do cold ironing do C40 World Ports (2008).

Quadro 6.10 – Passos para a aplicação do *cold ironing*.

Adaptado de C40 World Ports (2008).

Passo	Descrição
1. Convocar os *stakeholders*	Reunir com potenciais interessados no projecto que possam fornecer informação valiosa. Nomeadamente, armadores, companhias de navegação e proprietários de bens a ser transportados; autoridades locais; autoridades ambientais; fornecedores de tecnologia; fornecedor de energia; operadores dos terminais.
2. Determinar as frotas navais mais aptas para o projecto	Estudar as frotas navais que se deslocam aos vários terminais do porto e determinar quais as que realizam visitas mais frequentes e com períodos de estadia mais longos.
3. Selecção da frota de navios	Seleccionar a frota de navios com a maior custo-eficácia e benefício ambiental no caso de aplicação da tecnologia (incluindo o potencial de redução do ruído).
4. Abordagem tecnológica	Estudar as várias abordagens tecnológicas possíveis, e recolher informação junto do porto e dos navios seleccionados, nomeadamente sistemas eléctricos, tensões, frequências, qualidade do combustível e consumo de combustível dos navios.
5. Redução de emissões	Estimar o potencial de redução de emissões utilizando cenários: • Navios que utilizam *heavy fuel oil* comparado com a utilização de energia renovável no cold ironing ou o *mix* energético disponível no porto. • Navios que utilizam combustível com baixo teor de enxofre comparado com a utilização de energia renovável no cold ironing ou o *mix* energético disponível no porto.
6. Fonte de energia renovável	Estudar a possibilidade de adquirir energia proveniente de uma fonte renovável para alcançar um benefício ambiental líquido máximo.
7. Selecção da opção técnica	Seleccionar a opção técnica apropriada, tendo em consideração: • Custos de adaptar as instalações *vs* incorporar a tecnologia em novas construções; • Custos do investimento num *upgrade* na infra-estrutura eléctrica que fornece o porto, caso aumente a procura energética devido à nova tecnologia. • Custos de sistemas fixos para navios que acostam sempre na mesma posição *vs* sistemas móveis que acostam em diferentes posições.
8. Acordo entre as partes interessadas	Estabelecer um acordo entre a autoridade portuária, o operador do terminal e o armador, para decidir os custos que cabem a cada um, os incentivos económicos oferecidos pelo porto/estado (tarifa portuária), entre outros.
9. Memorando	Estabelecer um memorando com o cliente do *cold ironing* como um requisito para novos contratos com os operadores dos terminais.
10. Implementação	Implementar a tecnologia tanto no lado do porto como nos navios
11. Comunicação dos resultados	Estabelecer um plano de comunicação e partilhar o trabalho/esforços com a comunidade, clientes, empregados, autoridades locais e outros interessados no projecto.

Esta metodologia obriga a dois passos, considerados fundamentais: selecção das frotas de navios mais aptas a esta tecnologia e análise das condições do porto para a receber, tendo em consideração a potência contratada no porto e a necessidade de construir novas instalações eléctricas ou proceder à alteração das existentes.

Aconselha-se a consulta do documento do C40 World Ports (2008), *Guidance document – Onshore Power Supply*, para obter mais informação sobre este tema, em http://www.portgot.se/, seguindo os passos: Environment – World Ports Climate Initiative – Guidance Document.

Procurou-se saber, junto da APS, quais as condições existentes para receber o projecto do *cold ironing* e, a existir adaptações ao nível da rede eléctrica, onde se realizariam. Desta forma, inquiriu-se a DIO APS sobre a possibilidade de adoptar esta tecnologia e quais as considerações necessárias para o estudo do projecto.

A APS, no momento presente, tem possibilidade de aumentar a sua potência contratada até aos 10 MW, podendo chegar, mediante acordo com a distribuidora de energia, a 15 MW (limite da rede de distribuição portuária a 30 kV).

Para instalar o cold ironing no Porto de Sines, e dado que a potência disponível se encontra para já limitada a 10 MW, é necessário ter em consideração um conjunto de factores.

O primeiro factor é não técnico. Uma vez que a APS actualmente já não explora directamente os seus cais, encontrando-se todos em regime de concessão será necessário efectuar um acordo de princípio e económico com os concessionários. No Quadro 6.11 constam os concessionários de cada terminal e número de cais de cada terminal, onde se pode estudar a aplicabilidade do *cold ironing*.

Quadro 6.11– Terminais do Porto de Sines e número de cais onde é possível instalar o sistema *cold ironing*.

Terminal	Cais
TGL	6
TMS	3
TXXI	1 (pode ser aumentado até 3 cais)

Para além dos factores atrás descritos, é ainda necessário avaliar os factores técnicos.

Todos os terminais do Porto de Sines, excepto o Terminal de Gás Natural, são alimentados pela rede eléctrica portuária, do Porto de Sines, privada, gerida pela APS.

A ponta actual da rede eléctrica do Porto de Sines é de 4 MW, pelo que sem qualquer alteração dos cabos eléctricos da EDP está disponível uma ponta de 6 MW para futuras ampliações e para fazer frente a este novo requisito.

As questões técnicas relacionadas com a colocação das tomadas de fornecimento de energia eléctrica nos cais são as seguintes:

1. Em cada cais, analisar a potência necessária para o *cold ironing*, e confirmar a possibilidade de abastecer essa potência a partir do posto de transformação que fornece energia ao cais;
2. Caso seja viável, verificar se existe instalação junto ao cais que possa fornecer essa potência;
3. Se existir, bastará então proceder à instalação das tomadas.

Caso as três premissas descritas não sejam total ou parcialmente cumpridas será então necessário construir novas instalações eléctricas ou proceder à alteração das existentes.

Todos os factores descritos têm que ser conjugados para se avaliar a viabilidade da aplicação deste sistema nos cais do Porto de Sines [Com. Pessoal (Eng.º Jorge Sá)].

6.7.2. Inventário de emissões

No momento actual, não existe no Porto de Sines um conhecimento das emissões provenientes da actividade portuária, impossibilitando a contabilização das emissões eliminadas com a implementação de um sistema *cold ironing* ou de qualquer outro tipo de oportunidade de melhoria.

O inventário de emissões é uma listagem das quantidades de poluentes que são transmitidas para o ar numa área limitada durante um determinado período de tempo (Ferreira, 2007). A elaboração do inventário de emissões atmosféricas da área de Sines permitirá determinar a quantidade, natureza e localização das emissões, e definir estratégias e medidas para a melhoria da qualidade do ar na região. O relatório será útil para, após a adopção das medidas sugeridas e outras que se venha a considerar pertinentes, comparar os níveis de emissão de poluentes e concluir sobre a eficácia das medidas e benefícios na qualidade do ar e saúde (CCDR-LVT, 2006).

Assim, constitui uma oportunidade de melhoria para o desempenho ambiental da APS a elaboração de um Inventário de Emissões. Esta medida tem dois objectivos:

- Melhoria da qualidade do ar no porto e nas áreas urbanas adjacentes
- Redução das emissões provenientes da actividade portuária

Os resultados dos inventários de emissões colocam em evidência os sectores de actividade e os locais responsáveis pelas maiores emissões poluentes para a atmosfera e avaliam a sua contribuição para a qualidade do ar, constituindo ferramentas úteis na selecção de estratégias de redução de emissões (CCDR-LVT, 2006).

A realização de um inventário de emissões atmosféricas deve, segundo a CCDR-LVT (2006), respeitar os seguintes aspectos:

- As estimativas deverão ser completas, abrangendo todo o território considerado e a totalidade das emissões;
- As estimativas deverão centrar-se nos poluentes mais relevantes em termos de qualidade do ar, pelos seus efeitos directos ou indirectos;
- As emissões deverão ser alocadas no espaço da forma o mais rigorosa possível, e com o maior nível de detalhe;
- As metodologias deverão ser consistentes entre as diversas fontes poluidoras, entre os diversos anos e para os vários poluentes;
- As estimativas produzidas, a que se associa sempre um erro, não deverão produzir resultados subestimados ou sobrestimados.

As metodologias de construção do inventário de emissões podem ser as que seguidamente se apresentam, sendo a abordagem ideal o recurso aos três métodos em simultâneo (Ferreira, 2007):

- Recurso a factores de emissão
- Utilizar dados da monitorização em contínuo (mais preciso, e possível para conjunto de fontes limitado, que é o caso das grandes indústrias)
- Medição da qualidade do ar extrapolação para as fontes através de modelos (grandes imprecisões)

No caso do recurso a factores de emissão devem ser adoptados os seguintes passos:

- Listagem dos tipos de fontes poluentes
- Tipo de poluentes que são emitidos
- Estudar a literatura para obter os factores de emissão válidos (para o presente trabalho utilizou-se o *Portuguese Informative Inventory 1990-2007* da APA (2009)).
- Contar as fontes poluentes e determinar o peso das fontes da área
- Multiplicar os factores de emissão pelas fontes poluentes

6.8. Resumo das Oportunidades de Melhoria

No Quadro 6.12 constam os resultados potencialmente obtidos com a aplicação das oportunidades de melhoria indicadas, bem como o investimento necessário, período de retorno do investimento e a prioridade da medida.

A coluna comentário é utilizada para esclarecer o motivo da aplicação da medida em casos onde não é possível quantificar os benefícios e os benefícios globais que resultam da implementação das oportunidades sugeridas.

As medidas apresentadas são classificadas segundo uma escala qualitativa de prioridade que resulta do período de retorno do investimento. Notar que a escala apresentada não deve ser relevante em termos de escolha das medidas a aplicar, mas no caso de se adoptarem as medidas sugeridas as prioritárias devem ser as classificadas como mais favoráveis.

A implementação das medidas sugeridas permitirá uma redução anual de 6% de energia eléctrica no consumo da APS, que se traduz numa poupança anual de 171 000 kWh.

Notar ainda que não foi possível quantificar a poupança no consumo de energia da maior parte das medidas sugeridas, nomeadamente das medidas de reabilitação dos edifícios que se espera resultarem em grandes poupanças.

Quadro 6.12 – Quadro resumo das oportunidades de melhoria.

Medida	Poupança Energia (kWh/ano)	Poupança monetária (€/ano)	Investimento (€)	Período Retorno (Anos)	Prioridade	Comentário
Sombreamento exterior	ind.	ind.	140 500	ind.	++	Reduz as necessidades energéticas de arrefecimento em 70% em relação à inexistência de quaisquer dispositivos de sombreamento.
Envidraçados móveis	ind.	ind.	-	ind.	++	Ventilação natural.
Isolamento de coberturas	ind.	ind.	180 895	Ind.	+/-	O cálculo está sobrevalorizado, devendo ser pedido um orçamento a empresa do sector.
Iluminação interior	146 030	11 478	70 993	6,2	++	Medida muito favorável.
Iluminação exterior – Luminária A	1 332	105	4 500	43	-	Períodos de retorno muito longos, tornam a medida desfavorável. Ponderar no caso de novas construções
Iluminação exterior – Luminária B	1 546	121	3 850	32	-	
Candeeiros solares	10 722	843	50 960	60,5	+/-	Aplicável em novas construções ou remodelações
SCE	-	-	-	N.A.	++	Desempenho energético e Qualidade do Ar Interior.
Ventilação natural	ind.	ind.	-	N.A.	++	Redução das necessidades de climatização mecânica.
Sistema de Gestão de Energia	-	-	-	N.A.	++	Identificar desperdícios.
Boas práticas	14 431	1 134	-	N.A.	++	Eliminar consumos em stand-by e off-power.
Contadores de energia eléctrica	-	-	ind.	N.A.	++	Contabilizar a energia consumida por sector.
Concessões	ind.	ind.	-	N.A.	++	Optimizar o desempenho energético do porto de Sines e solidificar a sua posição enquanto porto estratégico nacional e internacional.
Cold Ironing	Consumo de electricidade aumenta	-	ind.	N.A.	+	

Legenda do quadro: N.A. = Não se aplica à medida em questão. Ind. = Impossível determinar. ++ Muito favorável. + Favorável. +/- Pouco favorável. - Desfavorável.

7. Conclusões

7.1. Principais resultados

The problems that exist in the world today cannot be solved by the level of thinking that created them.

Albert Einstein

A dependência dos combustíveis fósseis é uma realidade mundial que deve ser contrariada, procurando novas fontes de energia ou apostando na eficiência energética, visto que a ultima encerra um enorme potencial ainda por explorar. Acresce o facto de o preço do petróleo seguir uma tendência sempre crescente, associada a períodos de especulação problemáticos, e de, consequentemente, a aposta em eficiência energética, ter vantagens económicas e de segurança, garantindo a independência do fornecimento de energia do exterior.

As estratégias de eficiência energética devem ser utilizadas pelas organizações para optimizar o seu desempenho, minimizando o uso de recursos e maximizando o output útil. As auditorias energéticas são uma ferramenta útil na gestão da energia e no conhecimento dos principais consumos e desperdícios registados numa organização ou edifício, permitindo identificar os principais centros de consumo de energia e as medidas necessárias para colmatar essa situação.

A actividade portuária inclui várias vertentes de actuação, nomeadamente a prestação de serviços por parte da administração portuária e a movimentação de mercadorias por parte dos terminais e empresas concessionárias.

O estudo apresentado e os objectivos alcançados serão úteis para a organização estabelecer uma estratégia de racionalização dos consumos de energia, optimizar os custos e aumentar o conforto dos utilizadores. Considera-se que, ao conhecer os principais centros de custo, a organização dispõe da informação vital para gerir a energia, um dos seus principais factores produtivos.

Os principais centros de custo identificados na APS foram a climatização, iluminação e o consumo de combustível da frota automóvel. Identificou-se um potencial de poupança de energia, se forem implementadas as oportunidades de melhoria sugeridas, de 6% do consumo registado actualmente.

O modelo de incentivo para a eficiência energética sugerido pode ser encarado como o primeiro passo para que o Porto de Sines inclua a sua cadeia de valor na estratégia de gestão ambiental e energética.

A metodologia apresentada para iniciar o estudo da implementação do *cold ironing* permite à organização identificar os primeiros passos que devem ser tomados para implementar esta tecnologia. Indica-se ainda a necessidade da realização de um inventário de emissões bem como as metodologias existentes para esse fim.

7.2. Cumprimento dos objectivos

Os objectivos definidos para o presente trabalho foram alcançados, tendo-se realizado a auditoria energética às instalações da APS, definido um modelo de incentivo para a eficiência energética das concessões dos terminais e estudado a metodologia que a organização deve adoptar para a implementação do sistema *cold ironing*.

As actividades desenvolvidas no âmbito do trabalho apresentando permitiram obter um conjunto diversificado de informações sobre a organização em estudo e sugerir a implementação de medidas conducentes à racionalização dos consumos energéticos. A auditoria energética realizada permitiu adquirir um conhecimento profundo das instalações e do custo energético de cada sector de operação, propor medidas para aumentar a eficiência do sistema energético, reduzir a factura energética e, consequentemente, aumentar a competitividade da APS no mercado interno e externo e os meios disponíveis para outros fins.

Considera-se que o trabalho desenvolvido na construção do incentivo para a eficiência energética necessita de revisão e adaptação por parte da administração portuária e das empresas abrangidas, visto que possuem maior conhecimento do sector e das implicações dos investimentos. O incentivo sugerido pode, e deve, ser alvo de modificações por parte das partes abrangidas, competindo à APS convocar as empresas concessionárias dos terminais e chegar a um entendimento sobre o melhor esquema a adoptar e possíveis alterações nos parâmetros estabelecidos.

Durante a realização do presente trabalho encontraram-se dificuldades na realização da auditoria energética e dos inventários dos equipamentos existentes, por falta de informação aos colaboradores da APS do tipo de trabalho em curso. A atribuição dos consumos de energia aos respectivos sectores de consumo também acarretou dificuldades, devido à ausência de contadores e dados exactos sobre o consumo de cada edifício.

Encontraram-se ainda dificuldades na categorização dos consumos de energia da administração portuária, visto que a APS desempenha um conjunto de funções muito diverso, desde prestação de serviços, gestão do domínio público, gestão do domínio público marítimo, entre outros.

7.3. Recomendações

As oportunidades de melhoria sugeridas para os edifícios da APS, no âmbito da auditoria energética, podem ser divididas fundamentalmente em três sectores: reabilitação dos edifícios, iluminação e adopção de estratégias passivas para a ventilação. Deu-se especial enfoque às medidas de reabilitação dos edifícios visto que a recolha de dados realizada junto dos colaboradores indicou o seu desconforto nos espaços do edifício Administrativo. As medidas sugeridas visam essencialmente a redução dos ganhos solares.

A aplicação de um mecanismo como o sugerido para a eficiência energética pode não ser bem recebida pelas empresas concessionárias, resultando daí a importância de reunir todos os interessados no projecto e aperfeiçoar o incentivo sugerido adaptando-o às necessidades e actividades dos terminais. É importante referir que a inclusão dos colaboradores da organização neste tipo de estratégia, a informação constante sobre o tipo de medidas que são adoptadas e o conhecimento que as boas práticas diárias individuais são importantes aumenta o bem-estar dos colaboradores e a sensação de pertença à organização.

No que diz respeito ao *cold ironing*, não se pretendeu estudar o processo tecnológico necessário para a implementação desta tecnologia, visto esta tarefa estar muito fora do âmbito do trabalho (este trabalho deverá ser realizado por profissionais da área da engenharia electrotécnica), mas sim indicar à APS quais os passos que devem ser seguidos para começar a estudar a adopção desta tecnologia. Desta forma, a organização deverá estudar a metodologia indicada e começar a contactar os *stakeholders* interessados, tornando-se o porto nacional pioneiro nesta tecnologia. O *cold ironing* é uma tecnologia ainda em estudo, sendo que em Portugal nenhum porto possui este sistema, o que poderia atrair ainda mais navios para o Porto de Sines.

As opções sugeridas, nomeadamente o incentivo para a eficiência energética nas concessões e o *cold ironing*, têm como principal objectivo transformar o Porto de Sines num porto inovador, aderente às tecnologias mais eficientes do ponto de vista energético e pioneiro num modelo de incentivo à eficiência energética em toda a sua cadeia de valor.

A APS deve procurar inovar nas soluções para a gestão portuária, adoptando novas tecnologias e incentivos. Da mesma forma, não se justifica que uma organização deste porte não conheça detalhadamente os seus consumos de energia. Assim, aprofundando o conhecimento dos consumos de energia e adoptando as melhores técnicas disponíveis a APS conseguirá melhorar o seu desempenho energético e caminhará para se posicionar na vanguarda das organizações do sector portuário.

7.4. Desenvolvimentos futuros

Ao longo da elaboração deste trabalho surgiram diversas ideias para estudos ulteriores, nomeadamente no que diz respeito à implementação do *cold ironing* e à aplicação do incentivo para a eficiência energética.

Considera-se que a implementação do *cold ironing* no Porto de Sines é matéria para futuros trabalhos neste tema, competindo a profissionais da área da engenharia electrotécnica estudar a implementação deste sistema e as adaptações necessárias nas infra-estruturas do porto.

Deverá ser estudada a capacidade actual da rede eléctrica do Porto de Sines e as necessidades dos navios que visitam o porto com mais frequência.

Considera-se ainda que, em futuros trabalhos, será interessante desenvolver o incentivo para a eficiência energética em conjunto com a administração portuária, corrigir as falhas constatadas e encontrar novas possibilidades de aplicação, estendendo esta iniciativa a toda a cadeia de valor da APS, incluindo, para além das concessões dos terminais agora consideradas, os rebocadores, fornecedores e todas as organizações e empresas com que existam protocolos.

Seria interessante estudar a dimensão ambiental da navegação internacional numa perspectiva de ciclo de vida do transporte marítimo. Revelou-se difícil reunir informação sobre o consumo de combustível dos navios que navegam nas rotas internacionais e consequentes emissões e impactes. Assim, considera-se uma oportunidade para futuros trabalhos a monitorização e recolha de dados de um navio durante um período a determinar, de forma a concluir sobre os impactes da navegação internacional.

Crê-se que, conjuntamente com a realização de um inventário de emissões do Porto de Sines, as empresas e organizações existentes na área de Sines devem unir esforços para estudar os impactes da actividade industrial nas povoações próximas. Desta forma, seria possível realizar uma análise cumulativa das emissões entre o porto e as várias fontes industriais. Devem ser recolhidos dados junto dos hospitais e centros de saúde, de forma a conhecer o número de

pessoas com afecções respiratórias e relacionar esses dados com a actividade industrial e portuária.

8. Referências bibliográficas

AAPA (2007), Draft Use of Shore-Side Power for Ocean-Going Vessels - White Paper, Tetra Tech, Inc, American Association of Port

AEA (2008), Energy and environment report 2008 - Executive summary, Agência Europeia do Ambiente, Dinamarca

ALMEIDA ANES, A.A. (2002), A influência da massa e da exposição solar no comportamento térmico dos edifícios, ISEL, http://www.deetc.isel.ipl.pt/JETC05/CCTE02/, 6 Outubro 2009.

APA (2008), *Relatório do Estado do Ambiente 2007*, Agência Portuguesa do Ambiente, [ISBN 978-972-8577-46-9]

APA (2009), *Portuguese Informative Inventory 1990-2007*, Submitted under the UNECE Convention on long-range transboundary air pollution, Agência Portuguesa do Ambiente

APS (2007a), Porto de Sines Características Gerais e Localização e Hinterland, http://www.portodesines.pt/pls/portal/go, 10 Março 2009

APS (2007b), Porto de Sines Terminais, http://www.portodesines.pt/pls/portal/go, 10 Março 2009

APS (2007c), Porto de Sines Autoridade Portuária – APS, S.A., Área de jurisdição, Organigrama, http://www.portodesines.pt/pls/portal/go, 10 Março 2009

APS (2007d), Rede Eléctrica Descrição Geral, Documento arquivado na Direcção de Infra-estruturas e Ordenamento

APS (2007e), Porto de Sines Serviços Portuários, http://www.portodesines.pt/pls/portal/go, 13 Outubro 2009

APS (2008a), Relatório e Contas 2008, http://www.portodesines.pt/pls/portal/go, 3 Agosto 2009

APS (2008b), Boletim Estatístico 2008, Estatísticas, http://www.portodesines.pt/pls/portal/go, 11 Abril 2009

APS (2009), Destaque: Sines reorganiza espaços do Porto e da Cidade, *Porto de Sines revista*, **47**, 4-6

APO (2008), Working manual on energy auditing in industries, Asian Productivity Organization, [ISBN: 92-833-7069-4]

AREAM-URE (2009), Utilização Racional de Energia, Agencia Regional da Energia e Ambiente da Região Autónoma da Madeira, http://ure.aream.pt/main.php/aream/ure.html, 19 Agosto 2009

BUTALA, V., NOVAK, P. (1999), Energy consumption and potential energy savings in old school buildings, *Energy and Buildings*, **29**(3), 241-246

Bunkerspot (2006), *Cold Ironing = Hot topic*, Environmental Issues.

BC Hydro (2009), Employee Energy Awareness, http://www.bchydro.com/powersmart/industrial/employee_energy_awareness.html, 9 Outubro 2009

C40 Cities (2009), History of the C40, C40 Cities Climate Leadership Group, http://www.c40cities.org/about/, 01 Setembro 2009

C40 World Ports (2008), Guidance document - Onshore Power Supply, C40 World Ports Climate Conference, Rotterdam

CARDOSO (2008), Janelas orientadas a Sul, Habitar com saúde, http://www.habitarcomsaude.com/modules/publicacoes/system/pdf.php?article=14&lc=0, 04 Setembro 2009

CARLO, J. (2008), Desenvolvimento de Metodologia de Avaliação da Eficiência Energética do Envoltório de Edificações não-residenciais. Tese submetida à Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial exigido pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – PPGEC, para obtenção do título de Doutor em Engenharia Civil.

CCDR-LVT (2006), Inventário de emissões atmosféricas da região de Lisboa e Vale do Tejo 200-2001, Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo, Lisboa, [ISBN 972-8872-11-9]

CE (2009a), *European Comission Directorate General for energy and transport*, Key information related to Sustainable Buildings, http://www.managenergy.net/buildings.html; 17 Junho 2009

CE (2009b), *Transportes Marítimos*, Política Marítima da UE, http://ec.europa.eu/maritimeaffairs/pdf/thematic_factsheets/shipping_pt.pdf, 6 Outubro 2009

CEPAARB (2006), (2006), *Evaluation of Cold-Ironing Ocean-Going Vessels at California Ports*, California Environmental Protection Agency Air Resources Board.

CHUNG, W., HUI, Y.V. (2009), A study of energy efficiency of private Office buildings in Hong Kong, *Energy and Buildings*, **41**(6), 696-701.

Cold Ironing (2007), Benefits of Cold Ironing – Cold Ironing Electric Power Converters, http://www.coldironing.us/benefitsofcoldironing.htm, 30 Junho 2009

DGEG (2004), Reabilitação energética da envolvente de edifícios residenciais, Direcção Geral de Energia e Geologia, Lisboa, [ISBN 972-8268-33-5]

DOW (2009), Coberturas ajardinadas, DOW Building Solutions, http://building.dow.com/europe/pt/insulate/thermal/invert/project/prot/ajar.htm, 06 Setembro 2009

e-escola|IST (2009), Física, Energia, Conceito de Energia, http://www.e-escola.pt/ftema.asp?id=199&canal=fisica, 11 Setembro 2009.

GAF (2008a), Seacure for Operations 2008, Green Award Foundation, 10th Edition, www.greenaward,org/defaulthome.htm, 25 Maio 2009

GAF (2008b), Green Award Incentive Providers, Green Award Foundation.

GASPAR, C. (2004), Eficiência Energética na Industria – Cursos de Utilização Racional de Energia, Agência para a Energia, Gaia

EDP (2006), O que é a eficiência energética, http://www.edp.pt/EDPI/Internet/PT/Group/Sustainability/EnergyEfficiency/EnergeticEficiency/EEnergetica.htm, 08 Abril 2009

EUROPA – O portal da União Europeia (2007a), Protocolo de Quioto relativo às alterações climáticas, http://europa.eu/legislation_summaries/environment/tackling_climate_change/l28060_pt.htm, 11 Setembro 2009

EUROPA – O portal da União Europeia (2007b), Pesca e assuntos marítimos, http://europa.eu/pol/fish/index_pt.htm, 6 Outubro 2009

Eurostat (2007), Eurostat statistical books Energy Yearly statistics 2005, European Comission

FERREIRA, F. (2007), *Inventário de emissões*, Slides da disciplina de Poluição e Gestão do Ar, 4º Ano Eng.ª do Ambiente, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Ano lectivo 2007/2008

HARRIS, J., ANDERSON, J., SHAFRON, W. (2000), Investment in energy efficiency: a survey of Australian firms, *Energy Policy*, **28**(12), 867-876

IEA (2008), *World Energy Outlook*, International Energy Agency, France

IMO (2009), *Prevention of air pollution from ships*, Second IMO GHG Study 2009, http://www.seas-at-risk.org/1mages/MEPC%2059-INF.10%20(The%20Second%20IMO%20GHG%20Study%202009).pdf.

IPTM (2009), Missão e Atribuições, Instituto Portuário e dos Transportes Marítimos, http://www.imarpor.pt/Quem%20somos/miss_atr.htm, 29 Setembro 2009

IST (2009), Física, Energia, Conceito de Energia, Instituto Superior Técnico, http://www.e-escola.pt/ftema.asp?id=199&canal=fisica, 11 Setembro 2009

LAMBERTS, R., DUTRA, L., PEREIRA, F. (2004), *Eficiência Energética na Arquitectura*, PROLivros, São Paulo.

MEGTW (2006), MECM Low Energy Office Buildings Ministry of Energy, Green Tecnology and Water, Malaysia, Energy Consumption, http://www.kettha.gov.my/leo/performance_reports.asp; 17 Junho 2009

OCDE (2009), Voluntary Approaches -- Main characteristics for EU Countries, http://www2.oecd.org/ecoinst/queries/index.htm, 6 Outubro 2009

OMER, A.M. (2006), Renewable building energy systems and passive human comfort solutions, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **12**, 1562-1587

OMER, A. (2006), Renewable building energy systems and passive human comfort solutions, *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, **12**, 1562 – 1587

OMER, A. M. (2008a), Energy, Environment and Sustainable Development, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 12, No. 9, pp. 2265-2300.

OMER, A. (2008b), Green energies and the environment, *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, **12**, 1789–1821

PATTERSON, M.G. (1996), What is energy efficiency? Concepts, indicators and methodological issues, *Energy Policy*, **24**(5), 377-390

PÉREZ-LOMBARD, L., ORTIZ, J., GONZÁLEZ, R., MAESTRE, I. (2008a), A review of benchmarking, rating and labelling concepts within the framework of building energy certification schemes, *Energy and Buildings*, 41, 272-278.

PÉREZ-LOMBARD, L., ORTIZ, J., POUT, C. (2008b), A Review of Buildings Energy Consumption Information, *Energy and Buildings*, **40** (2), 394-398.

PIRES, L., SILVA, P., CASTRO-GOMES, J.P. (2005), "A importância do consumo energético dos edifícios na Europa: soluções propostas para a sua redução", Engenharia' 2005 Inovação e Desenvolvimento, 3ª Conferência de Engenharia, Covilhã, Universidade da Beira Interior.

PMV (2008), Air Action Program: Addressing Air Quality and Climate Change Port Metro Vancouver.

Porto de Setúbal (2009), Sustentabilidade e Eficiência do transporte marítimo, http://www.portodesetubal.com/iii_seminario/Parte_I_APTMCD.pdf, 11 Maio 2009

RODRIGUES, M.P. (2008), Coberturas em terraço ajardinadas, Tecnologias de Revestimentos 5º Ano Engenharia Civil FCT-UNL

ROSMANINHO, L. (2009), Sistemas Solares Passivos, Aula apresentada na cadeira de Instrumentos Globais em Ambiente e Energia FCT-UNL.

SANTAMOURIS, M., BALARAS, C.A., DASCALAKI, E., ARGIRIOU, A., GAGLIA, A. (1996), Energy conservation and retrofitting potential in Hellenic hotels, *Energy and Buildings*, **24**, 65-75

Seas At Risk, Bellona Foundation, North Sea Foundation, European Environmental Bureau, Swedish NGO Secretariat on Acid Rain, European Federation for Transport and Environment (2008), *Air pollution from ships*, Suécia

Tribunal de Contas (2007), Auditoria às Administrações Portuárias – Relatório Global, Relatório n.º 23/2007, 2.ª Secção.

TVEBERG, G.E. (2008), *Energy Bulletin – Peak oil science curriculum*, http://images.google.pt/imgres?imgurl=http://www.energybulletin.net/image/uploads/40234/Oil_discoveries.png&imgrefurl=http://www.energybulletin.net/node/40533&usg=__3gn6jNLxyuCzCC8suesjLt6Yyr8=&h=355&w=576&sz=30&hl=pt-PT&start=10&um=1&tbnid=XOlQUBXkrn-

2IM:&tbnh=83&tbnw=134&prev=/images%3Fq%3Doil%2Bdiscovered%26hl%3Dpt-PT%26rlz%3D1W1GGLR_en%26um%3D1, 6 Outubro 2009

USDE (2006), Buildings Energy Data Book, U.S. Department of Energy, http://buildingsdatabook.eren.doe.gov/ChartView.aspx?chartID=1; 17 Junho 2009

USEPA (2009), National Action Plan for Energy Efficiency Sector Collaborative on Energy Efficiency Office Building Energy Use Profile, U.S. Environmental Protection Agency, http://www.epa.gov/RDEE/documents/sector-meeting/4bi_officebuilding.pdf; 17 Junho 2009

VASCO, J. (2008), Coberturas ajardinadas, CAD Companhia de Arquitectura e Design, http://www.ikaza.com.pt/presentationlayer/artigo_01.aspx?id=88&CANAL_ORDEM=0402, 6 Setembro 2009.

VASCONCELOS DE PAIVA, J.A. (2000), Medidas de Reabilitação energética em edifícios, Comunicação apresentada ao Workshop "Reabilitação energética de edifícios em zonas urbanas: O caso da habitação social", 2ª edição, LNEC.

VIDAL, J. (2008), Shipping boom fuels rising tide of global CO2 emissions, *The Guardian*, Edição on-line 13 Fevereiro 2008; http://www.guardian.co.uk/environment/2008/feb/13/climatechange.pollution1?gusrc=rss&feed=uknews; 7 Julho 2009

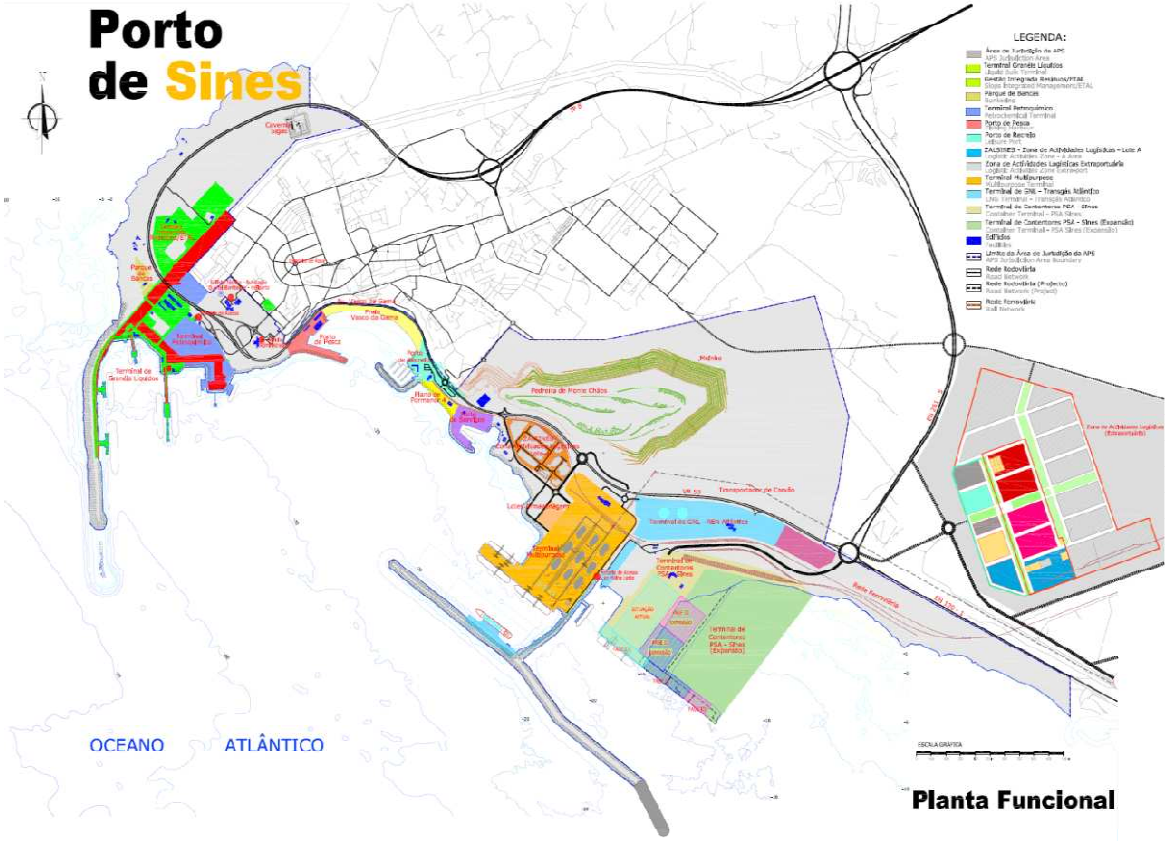
WPCI (2009), Port of Gothenburg World Ports Climate Iniciative, http://www.portgot.se/prod/hamnen/ghab/dalis2b.nsf/vyPublicerade/44A961570EE06447C125755B00452E29?OpenDocument, 23 Agosto 2009

WBCSD (2008), *Do desafio à oportunidade – o papel das empresas na sociedade de amanha*, 15-17

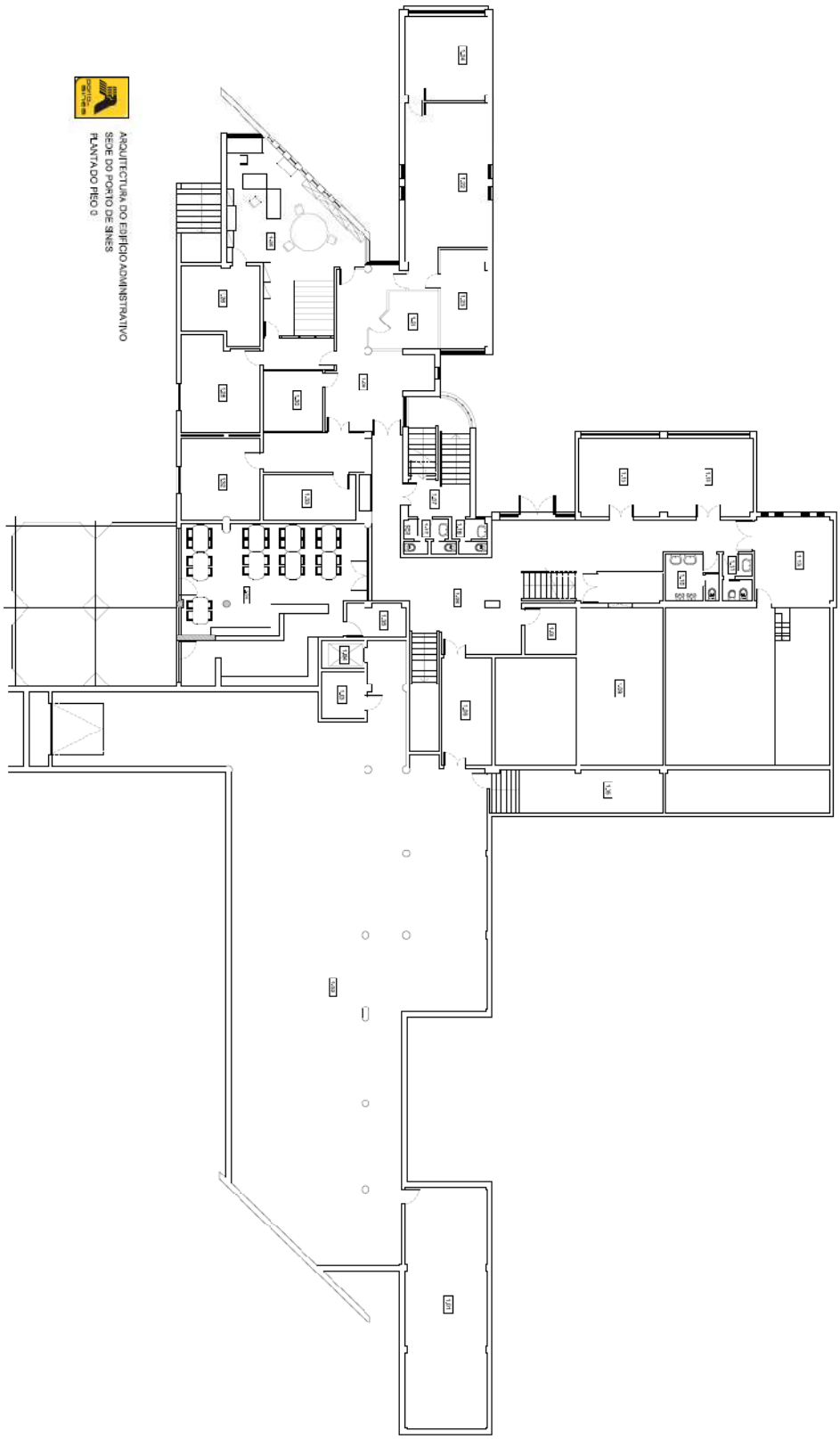
WBCSD (2009), *The WBCSD on Energy Efficiency in Buildings*, World Business Council for Sustainable Development, http://www.wbcsd.ch/templates/TemplateWBCSD5/layout.asp?type=p&MenuId=MTA5NA&doOpen=1&ClickMenu=LeftMenu; 17 Junho 2009

Anexos

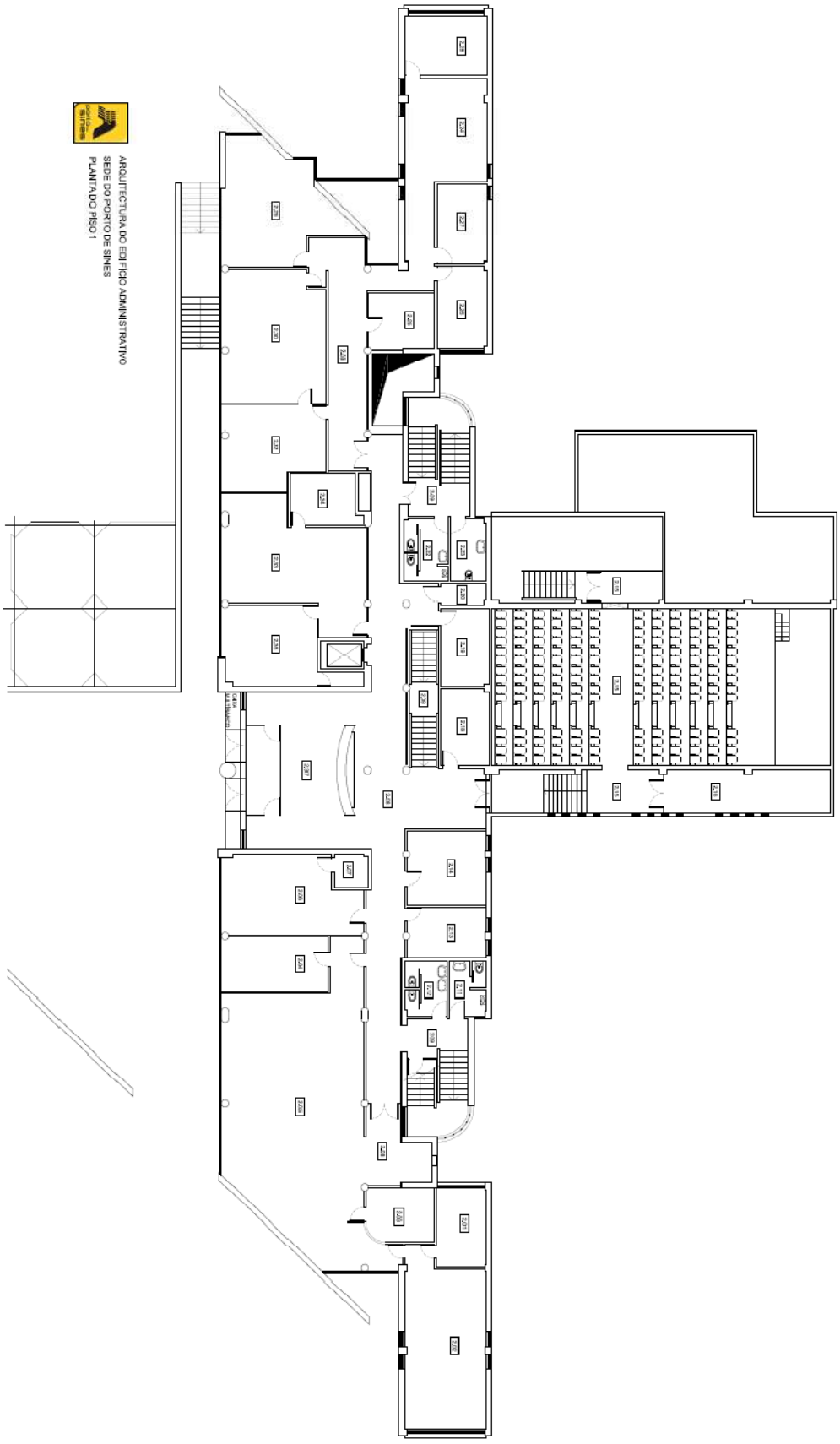
Anexo I. Mapa do Porto de Sines



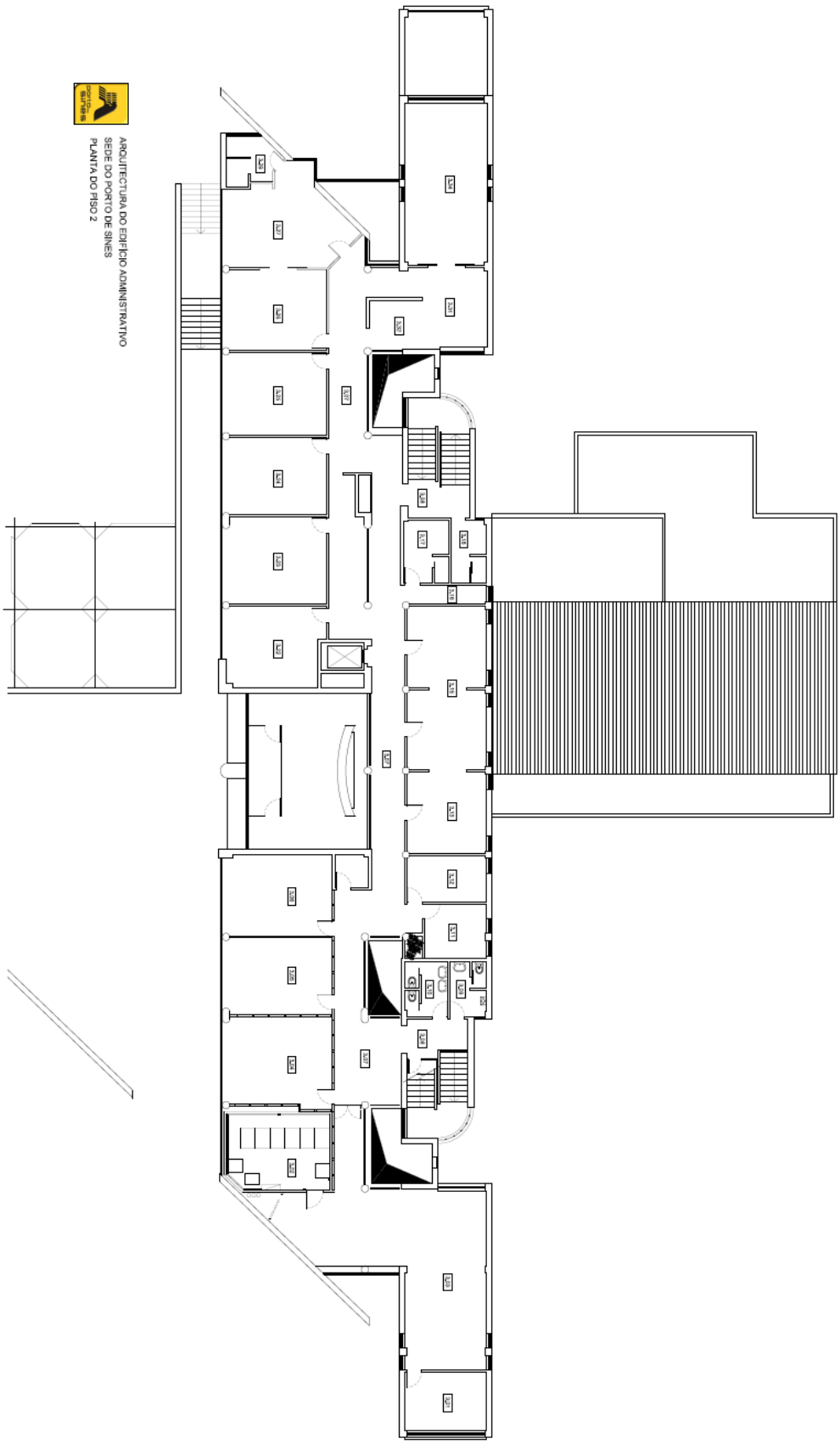
Anexo II. Planta do piso 0 do edifício Administrativo



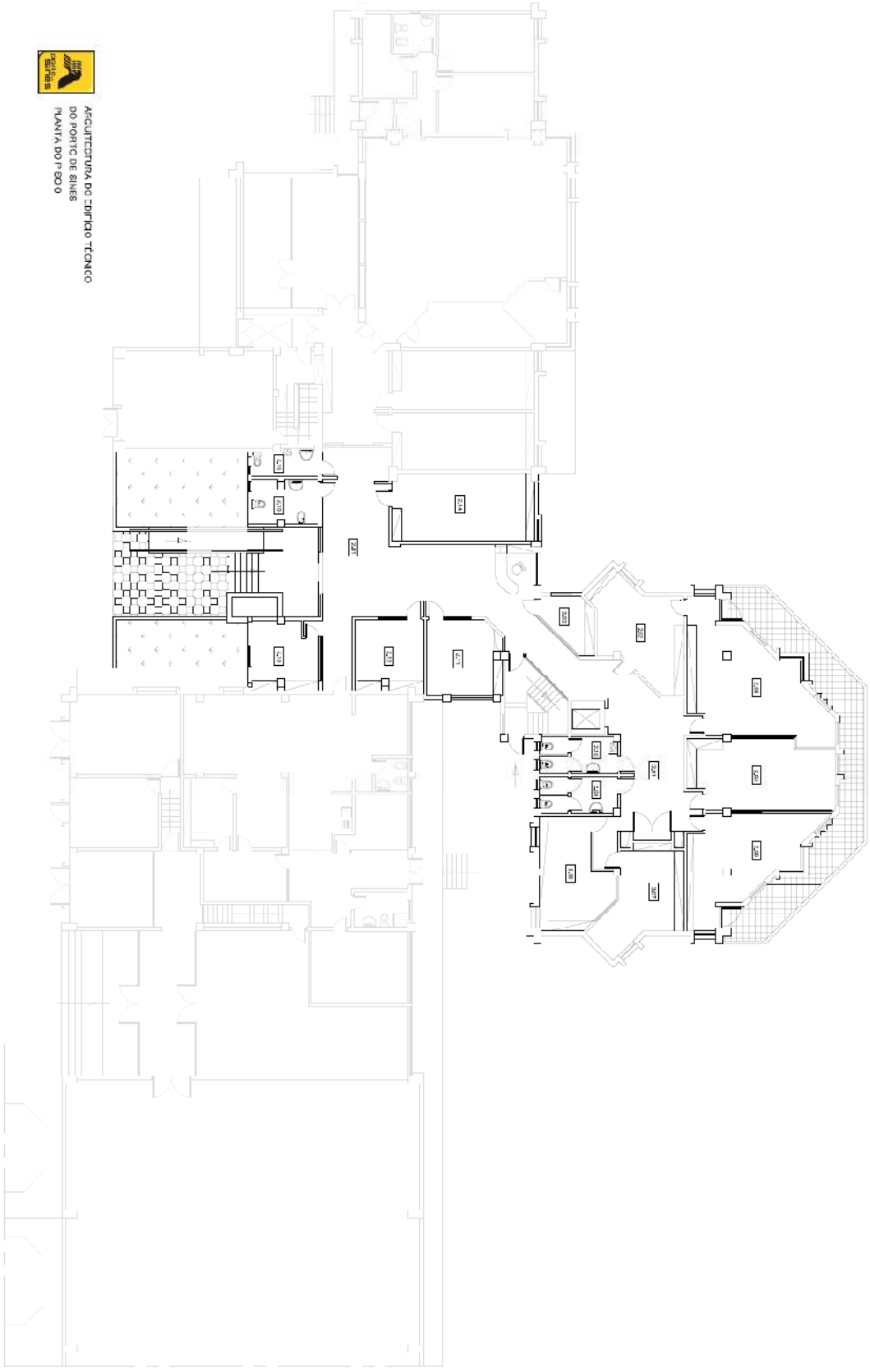
Anexo III. Planta do piso 1 do edifício Administrativo



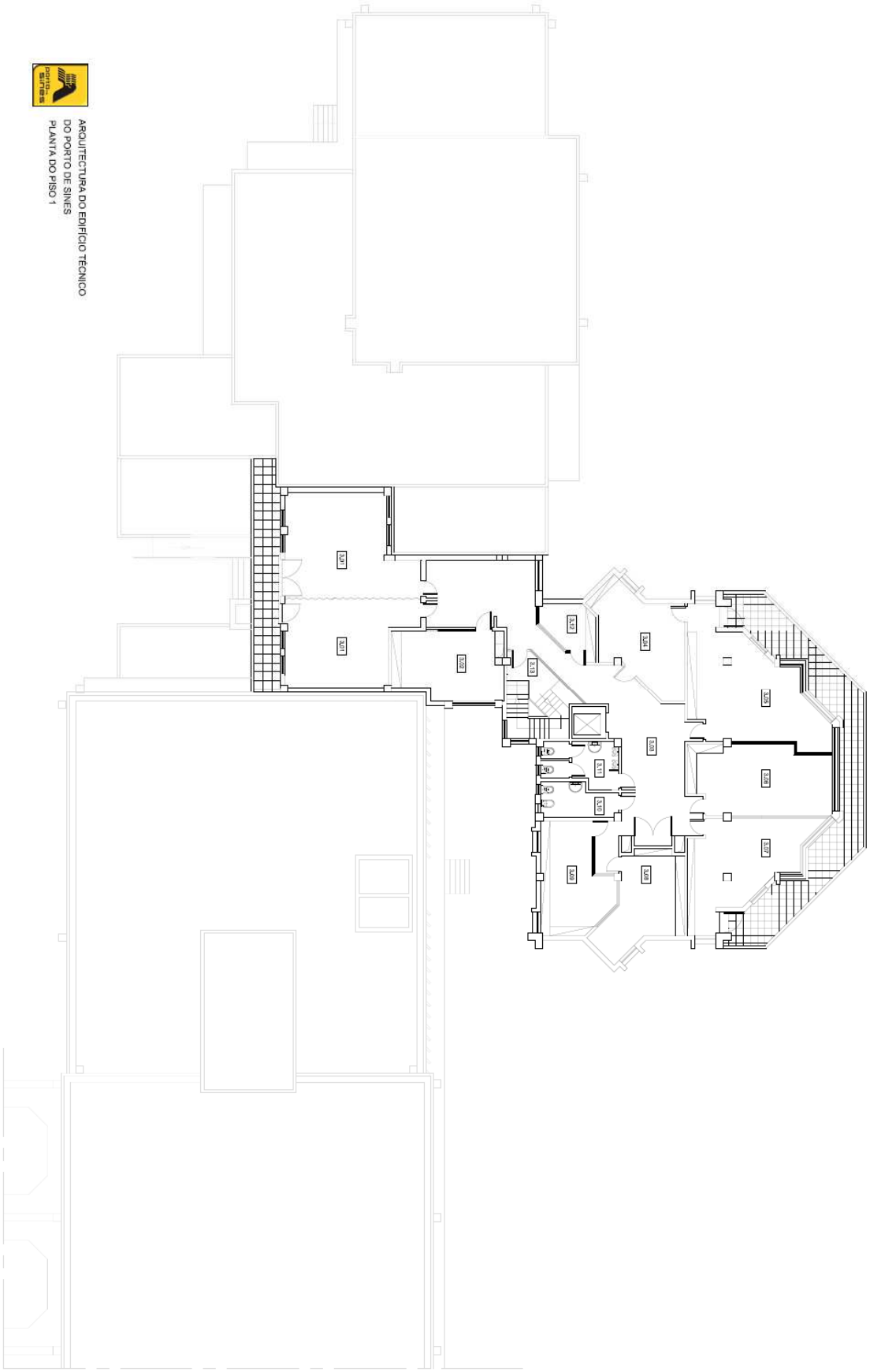
Anexo IV. Planta do piso 2 do edifício Administrativo



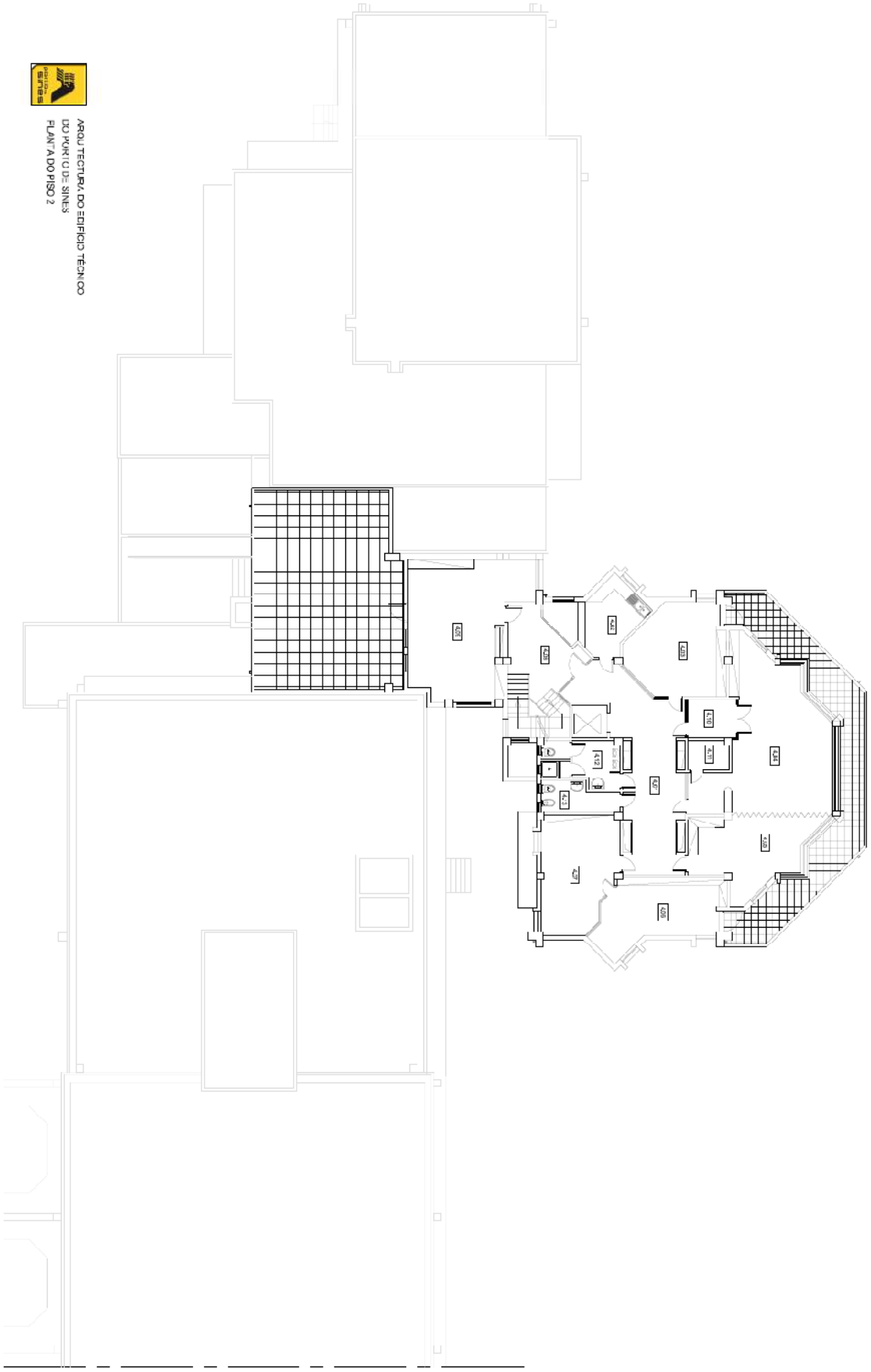
Anexo V. Planta do piso 0 do edifício Técnico



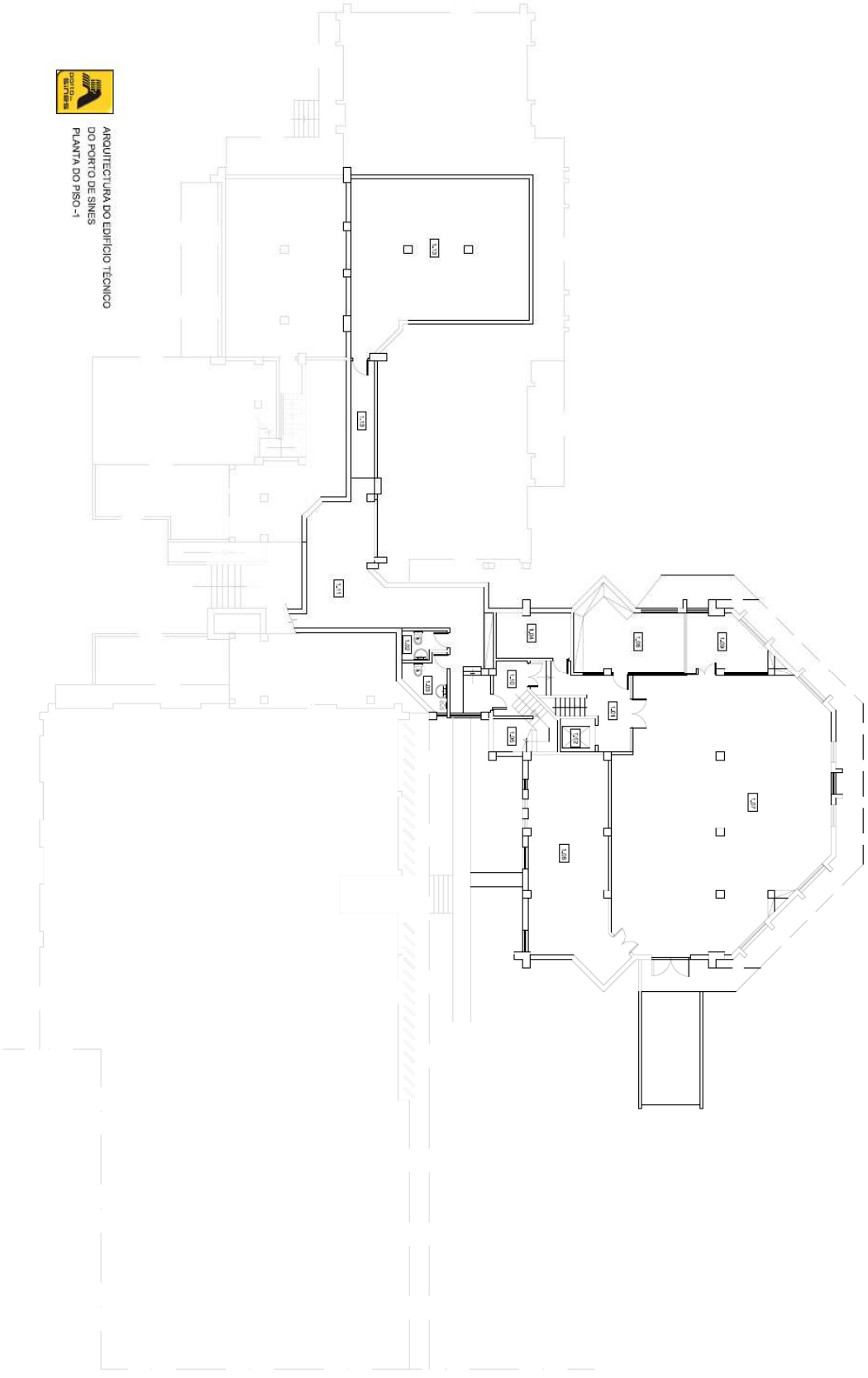
Anexo V. Planta do piso 1 do edifício Técnico



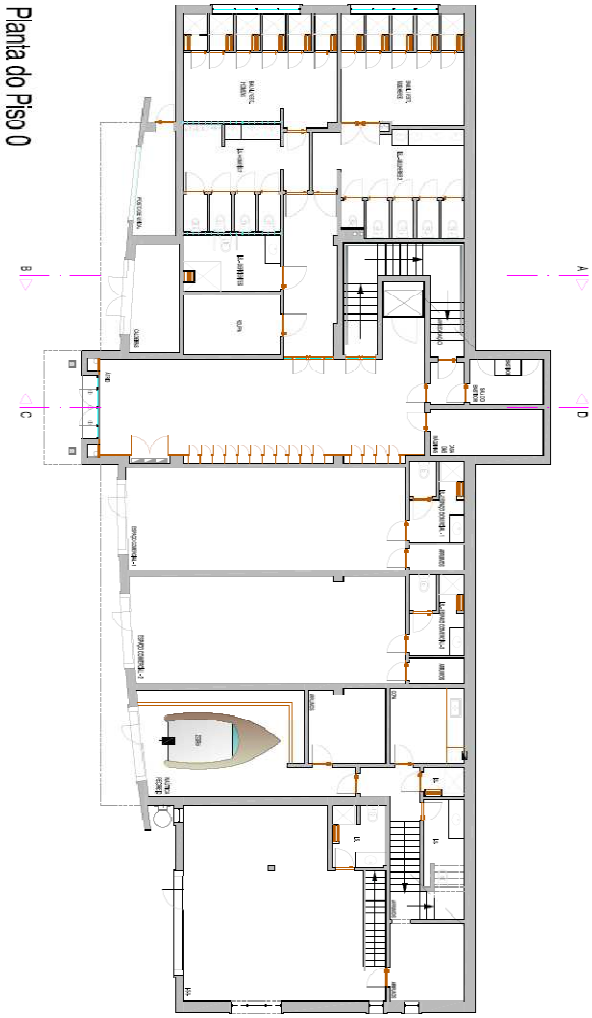
Anexo VII. Planta do piso 2 do edifício Técnico

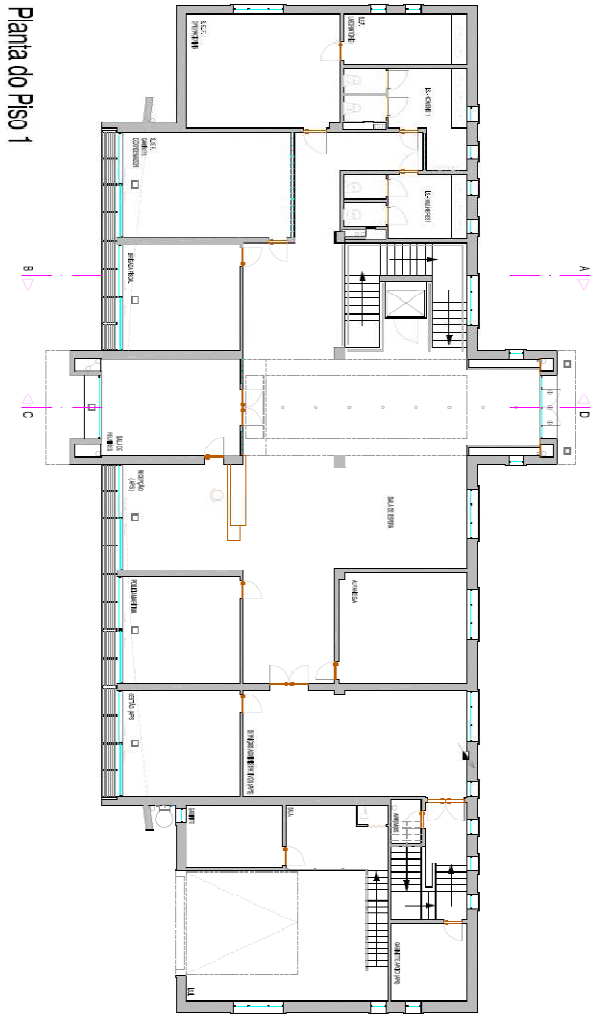


Anexo VIII. Planta do piso -1 do edifício Técnico



Anexo IX. Planta do edifício da Marina do Porto de Recreio.





Anexo X. Denominação e funções dos postos de transformação da APS

PT	DENOMINAÇÃO	FUNÇÕES
PT1	**Posto de Transformação**	
PT1	Utilidades do PT	Distribuição de Energia Eléctrica
PT1	Edifício Técnico	Edifícios não directamente afectos a unidades operacionais
PT1	Quartel de Bombeiros	Edifícios directamente afectos a unidades operacionais
PT1	Comando Centralizado	Terminal Petroleiro
PT1	Central bombagem água doce	Gestão Integrada de Resíduos
PT1	Iluminação exterior	Edifícios não directamente afectos a unidades operacionais
PT1	Edifício Administrativo	Edifícios não directamente afectos a unidades operacionais
PT1	Heliporto	Edifícios não directamente afectos a unidades operacionais
PT1	Sala Arquivo	Edifícios não directamente afectos a unidades operacionais
PT1	Central telefónica	Edifícios não directamente afectos a unidades operacionais
PT1	Vivenda n.º 1	Casas de função
PT1	Vivenda n.º 2	Casas de função
PT1	Vivenda n.º 3	Casas de função
PT1	Vivenda n.º 4	Casas de função
PT1	Vivenda n.º 5	Casas de função
PT1	Vivenda n.º 6	Casas de função
PT1	Vivenda n.º 7	Casas de função
PT1	Vivenda n.º 8	Casas de função
PT9	**Posto de Transformação**	
PT9	Utilidades do PT	Distribuição de Energia Eléctrica
PT9	Iluminação exterior	Terminal Carga Geral
PT9	Porto de Recreio	Náutica de Recreio
PT9	Edifício Ex-CDN	Terminal Carga Geral
PT9	PREMIER - Construções Navais, LDA	Pavilhões TCG - PREMIER
PT9	PAIOL n.º 1 (REBOPORT)	Paióis TCG
PT9	PAIOL N.º 2 (KNUDSEN)	Paióis TCG
PT9	PAIOL N.º 3 (SETEFRETE)	Paióis TCG
PT9	PAIOL N.º 4 (OPERSUL)	Paióis TCG
PT9	PAIOL N.º 6	Paióis TCG
PT9	PAIOL N.º 7 (GDAPS)	Paióis TCG
PT9	PAIOL N.º 8	Paióis TCG
PT9	PAIOL N.º 9/10 (Alfândega)	Paióis TCG
PT9	Clube Náutico	Outros licenciamentos
PT9	SULFRESTE	SULFRESTE - Reparação Naval
PT9	Snack-Bar Mar Vermelho, LDA	Quiosque
PT9	PREMIER - Construções Navais, LDA	Pavilhões TCG - PREMIER
PT9	REBOPORT - Reparação de Rebocadores	Distribuição de Energia Eléctrica

PT9	SETROVA	Distribuição de Energia Eléctrica
PT9	Circuitos de tomadas de cais 125 A	Distribuição de Energia Eléctrica
PT13	**Posto de Transformação - Ed. Administrativo**	Edifícios não directamente afectos a unidades operacionais
PT14	**Posto de Transformação**	
PT14	Utilidades do PT	Distribuição de Energia Eléctrica
PT14	Iluminação exterior	Terminal MULTIPURPOSE
PT14	Circuitos de tomadas de cais 400 A	Terminal MULTIPURPOSE
PT14	Circuitos de tomadas de cais 125 A	Terminal MULTIPURPOSE
PT14	Alimentação a equipamentos de amarração	Terminal MULTIPURPOSE
PT14	Consórcio BPC/ETERMAR/SOMAGUE	Distribuição de Energia Eléctrica
PT15	**Posto de Transformação**	
PT15	Consórcio BPC/ETERMAR/SOMAGUE (MT)	Distribuição de Energia Eléctrica
PT15	SOMAGUE ENGENHARIA, SA (M)	Distribuição de Energia Eléctrica
PT15	PSA SINES - Terminal Contentores, SA (MT)	Terminal XXI
PT14/15	Terminal Multipurpose (PORTSINES) (MT)	Terminal MULTIPURPOSE
PT15	Iluminação exterior	Terminal MULTIPURPOSE
PT15	Utilidades do PT	Distribuição de Energia Eléctrica
PT15	Consórcio BPC/ETERMAR/SOMAGUE	Distribuição de Energia Eléctrica
PT15	Estaleiro CIMPOR	Distribuição de Energia Eléctrica
PT17	**Posto de Transformação**	
PT17	Utilidades do PT	Distribuição de Energia Eléctrica
PT17	Iluminação exterior	Gestão Integrada de Resíduos
PT17	ETAR TXXI	Gestão Integrada de Resíduos
PT17	APS - Instalações Informáticas	Edifícios não directamente afectos a unidades operacionais
PT18	**Posto de Transformação**	
PT18	Marina do Porto de Recreio	
PT19	**Posto de Transformação - ZAL**	Edifícios não directamente afectos a unidades operacionais

Anexo XI. Sessão de formação a apresentar aos colaboradores da APS.