



FCTUC FACULDADE DE CIÊNCIAS
E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

DEPARTAMENTO DE
ENGENHARIA MECÂNICA

Gestão Energética em Edifícios de Serviços – Setor da Banca

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia
Mecânica na Especialidade de Energia e Ambiente

Energy Management in Services Building - Banking Sector

Autor

Tiago Filipe Estanqueiro Lopes

Orientadores

Professor Doutor António Manuel Mendes Raimundo

Engenheira Ana Cecília Rodrigues Guimarães Simões

Júri

Presidente Professor Doutor Adélio Manuel Rodrigues Gaspar
Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra

Vogais Engenheira Ana Cecília Rodrigues Guimarães Simões
Gestora de Projeto na empresa *Virtual Power Solutions*

Professor Doutor Gonçalo Jorge Vieira Nunes Brites
Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra

Colaboração Institucional



**VPS – Virtual Power
Solutions**

Coimbra, fevereiro, 2017

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”

Marthin Luther King.

Aos meus pais.

Agradecimentos

O trabalho aqui apresentado só foi possível com o apoio e cooperação de várias pessoas, as quais merecem o meu reconhecimento.

Ao professor Doutor António Raimundo, pelos seus conselhos e pela sua enorme disponibilidade ao longo de todo o trabalho.

À engenheira e amiga Ana Guimarães, por toda a orientação e apoio dado durante o estágio, e por toda amizade demonstrada. Um enorme agradecimento por esta oportunidade de estágio, tão enriquecedora a todos os níveis.

À equipa de Gestão de Energia da *VPS*, nomeadamente à Ângela Bernardes e David Amaro, e à gestora de projeto Idália Torres, por todo o apoio dado na realização deste trabalho, assim como a grande amizade disponibilizada.

Aos amigos Miguel Ferreira e Tiago Rocha, pelo companheirismo demonstrado durante todo o estágio.

A todos os colegas e amigos da *VPS*, essenciais para uma melhor e mais facilitada integração.

A toda a minha família, em especial aos meus pais, irmã Sandra, avó Fernanda, madrinha Lúcia e namorada Ana, por todo o suporte, compreensão, e por toda a inspiração que são para mim.

Resumo

Em Portugal, o setor dos edifícios representa quase 30% dos consumos totais de energia, sendo que 12% diz respeito a edifícios de serviços. No ano de 2016, a maior parte dos certificados energéticos emitidos para este tipo de edifícios indicavam a classificação de C, (Bernardo, 2015; INE e DGEG, 2011; ADENE, 2016b). O elevado potencial de poupança energética neste tipo de edifícios incentiva a implementação de medidas de melhoria de eficiência energética, quer relacionadas com os elementos passivos do edifício quer com os seus sistemas ativos quer, ainda, com os sistemas e procedimentos de gestão de energia,

O trabalho aqui apresentado tem como principal objetivo a identificação de oportunidades de melhoria de eficiência energética das agências de uma dada Instituição Bancária. O mesmo decorreu sob a forma de estágio inserido na equipa de gestão de energia da empresa *Virtual Power Solutions*, num projeto já em execução pela mesma. Dado envolver dezenas de agências com áreas distintas, os consumos de cada uma foram normalizados recorrendo ao indicador consumo específico de energia (kWh/m^2).

A análise dos consumos para os sistemas de AVAC (Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado) foi efetuado em separado para períodos de inverno e de verão, sendo posteriormente subdividido por zonas climáticas das respetivas agências. Foi possível concluir que o consumo médio de energia pelo AVAC é mais crítico no período de verão.

Os consumos específicos de energia pela iluminação apresentam uma grande dispersão de valores, causada por algumas agências cujo o consumo específico de energia respeitante à iluminação é muito elevado. Visitaram-se algumas das agências com maior consumo específico de energia, para as quais são propostas medidas de melhoria. Estas apresentam *payback* simples com valores que variam entre 1 e 2 anos.

Foi também realizado uma pequena análise a outros tipos de equipamentos existentes nas agências. Foi identificado uma grande percentagem de consumo de energia de equipamentos em *standby*, havendo também aí um grande potencial de poupança energética.

De modo a gerar poupanças a curto prazo, foi levado a cabo um plano de deslastre de cargas dos sistemas de AVAC. Assim, foi possível realizar algumas análises, tais como a influência da zona climática nas poupanças de energia conseguidas.

Palavras-chave: Gestão energética em edifícios de serviços, Agências Bancárias, Monitorização de energia, Consumos de energia em sistemas de AVAC, Consumos de energia em sistemas de iluminação, Deslastre de carga em sistemas AVAC.

Abstract

In Portugal, the buildings sector accounts for almost 30% of total energy consumption, of which 12% refers to service buildings. In 2016, most of the energy certificates issued for this type of buildings indicated the classification of C. The high potential of energy saving in this type of buildings encourages the implementation of energy efficiency improvement measures, whether related to the passive elements of the building either with its active systems or with energy management systems and procedures.

The main objective of the work is to identify opportunities for improving the energy efficiency of the agencies of a given Banking Institution. The same happened in the form of internship inserted in the energy manager team of Virtual Power Solutions. As it involved dozens of agencies with designated areas, the consumption of each was normalized using a specific energy consumption indicator (kWh/m²).

An analysis of the HVAC systems (Heating, Ventilation and Air Conditioning) was carried out separately for winter and summer periods, being subdivided by climatic zones of the respective agencies. It was possible to conclude that the average of specific consumption by the HVAC is more critical in the summer period.

The specific consumption of energy by illumination presents a great dispersion of values, caused by some agencies whose specific consumption of energy regarding the illumination is very high. We visited some of the agencies with the highest specific energy consumption, for which improvement measures are proposed. These have simple payback values ranging from 1 to 2 years.

A small analysis was also done on other types of equipment in the agencies. A large percentage of the energy consumption of standby equipment has been identified. There is also a great potential for energy savings.

In order to generate savings in the short term, a load shedding plan of the HVAC systems was carried out. Thus, it was possible to perform some analysis, such as the influence of the climatic zone on the energy savings achieved.

Keywords Energy management in service buildings, Bank agencies
Energy monitoring, Energy consumption in HVAC systems,
Energy consumption in lighting systems, Load shedding in
HVAC systems.

Índice

Índice de Figuras	viii
Índice de Tabelas	ix
Simbologia e Siglas	x
Simbologia.....	x
Siglas e Acrónimos.....	xi
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Enquadramento	1
1.2. Estado de arte.....	4
1.3. Objetivos.....	10
2. ESTÁGIO NA <i>VIRTUAL POWER SOLUTIONS</i>	11
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	12
3.1. Plataforma <i>Kisense</i>	12
3.2. Estudo preliminar.....	14
3.3. Deslastre dos sistemas de AVAC	16
3.3.1. Metodologia de seleção de agências.....	16
3.3.2. Metodologia de cálculo de poupanças.....	17
3.4. Monitorização dos sistemas ativos.....	19
3.4.1. Sistemas de AVAC.....	19
3.4.2. Sistemas de iluminação	20
3.4.3. Outros sistemas.....	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1. Deslastre dos sistemas de AVAC	23
4.1.1. Agências selecionadas	23
4.1.2. Poupanças conseguidas	24
4.2. Monitorização dos sistemas AVAC.....	27
4.2.1. Análise de consumos pelo AVAC por zona climática	27
4.2.2. Agências selecionadas para análise detalhada.....	31
4.2.3. Deficiências detetadas nas agências visitadas	31
4.2.4. Medidas de melhoria nas agências visitadas	38
4.3. Monitorização dos sistemas de iluminação.....	40
4.3.1. Agências mais consumidoras	40
4.3.2. Problemas detetados nas agências visitadas	42
4.3.3. Proposta de medidas de melhoria	43
5. CONTINUAÇÃO DOS TRABALHOS DE ANÁLISE ENERGÉTICA	47
6. CONCLUSÕES	48
7. REFERÊNCIAS	51
ANEXO A – RESULTADO DO ESTUDO PRELIMINAR ÀS AGÊNCIAS	54
ANEXO B – CONSUMO ESPECÍFICO DE ENERGIA PELO AVAC POR ZONA CLIMÁTICA	58

ANEXO C – CONSUMO ESPECÍFICO DE ENERGIA PELO ILUMINAÇÃO	64
ANEXO D – ILUMINAÇÃO EXISTENTE NAS AGÊNCIAS VISITADAS E RESPECTIVO ESTUDO.....	67
APÊNDICE A – IMAGENS ILUSTRATIVAS DOS MÓDULOS DO <i>KISENSE</i>	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Evolução da Dependência Energética em Portugal (%) (DGEG, 2016).....	2
Figura 1.2 Consumo final de energia em Portugal (2013) (Bernardo, 2015).....	2
Figura 1.3 Classes energéticas que classificam um dado edifício (ADENE, 2016a).....	3
Figura 1.4 Certificados energéticos emitidos em 2013 para Edifícios de Comércio e Serviços (ADENE, 2016b).....	3
Figura 1.5 Imagem ilustrativa da plataforma <i>Power Monitoring Expert</i> (Premium Power, 2016).....	5
Figura 1.6 Imagem ilustrativa da plataforma de gestão de consumos da <i>EDP</i> (EDP, 2016)	6
Figura 1.7 Imagem ilustrativa do software de monitorização <i>WiseMetering</i> (WiseMetering, 2016).....	6
Figura 2.1 Cronograma de tarefas realizadas no estágio.....	11
Figura 3.1 Imagem ilustrativa do hardware do <i>Kisense</i> (VPS, 2016).....	12
Figura 3.2 Imagem ilustrativa de deslastre para o caso 1.....	17
Figura 3.3 Imagem ilustrativa de deslastre para o caso 2.....	18
Figura 3.4 Imagem ilustrativa de deslastre para o caso 3.....	18
Figura 4.1 Localização da unidade exterior de Lisboa – Estrada da Luz.....	32
Figura 4.2 Fachadas das agências de Cortegaça e Fátima em cima e da esquerda para a direita, e as agências de Grijó e Lisboa – Estrada da Luz em baixo da esquerda para a direita respetivamente.....	33
Figura 4.3 <i>Set Point</i> de uma unidade interior de Fátima.....	34
Figura 4.4 Estado de tubagens na agência de Cortegaça.....	35
Figura 4.5 Difusor de insuflação existente na agência de Grijó.....	36
Figura 4.6 Difusor de insuflador na agência de Odivelas (imagem adaptada).....	37
Figura 4.7 Proposta de sombreamento na agência de Odivelas.....	39
Figura 4.8 Distribuição de probabilidades dos consumos específicos de energia pela iluminação.....	41
Figura 4.9 Iluminação para fins publicitários.....	42
Figura 4.10 Exemplo de iluminação indireta encontrada.....	43
Figura 4.11 Exemplo de iluminação encontrada normalmente nas agências.....	43

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1.1 Valores de potência efetiva para lâmpadas com balastros eletromagnéticos	8
Tabela 4.1 Cronograma de deslastre.....	23
Tabela 4.2 Agências onde ocorreu deslastre.....	24
Tabela 4.3 Poupanças semanais pelo deslastre.....	25
Tabela 4.4 Deslastre detalhado das últimas duas semanas.....	26
Tabela 4.5 Agências com pior consumo específico de energia pelo AVAC no inverno (período entre 21/12/2015 e 20/03/2016) em zonas climáticas I1	27
Tabela 4.6 Agências com pior consumo específico de energia pelo AVAC no inverno (período entre 21/12/2015 e 20/03/2016) em zonas climáticas I2	28
Tabela 4.7 Agências com pior consumo específico de energia pelo AVAC no verão (período entre 21/06/2016 e 20/09/2016) em zonas climáticas V2.....	29
Tabela 4.8 Agências com pior consumo específico de energia pelo AVAC no verão (período entre 21/06/2016 e 20/09/2016) em zonas climáticas V3.....	30
Tabela 4.9 Agências selecionadas para análise detalhada na zona climática de inverno (período entre 21/12/2015 e 20/03/2016).....	31
Tabela 4.10 Agências selecionadas para análise detalhada na zona climática de verão (período entre 21/06/2016 e 20/09/2016).....	31
Tabela 4.11 Consumo anual específico de energia pela iluminação nas agências mais consumidoras.....	40
Tabela 4.12 Informação necessária à realização do estudo de colocação de sensores de presença	44
Tabela 4.13 Propostas de substituição de iluminação nas agências visitadas	46

SIMBOLOGIA E SIGLAS

Simbologia

a – Declive da reta. Valor tabelado para cada NUTS III

P – Potência da instalação [kW];

Q_c – Potência de compensação [kVAr];

X – Valor do parâmetro climático a determinar

X_{ref} – Valor de referência do NUTS III correspondente. Valor tabelado.

z – Altitude da localidade a calcular o parâmetro climático

z_{ref} – Altitude de referência de acordo com o respetivo NUTS III

$tg\varphi 1$ – Quociente ente energia reativa e energia ativa do sistema

$tg\varphi 2$ – Quociente ente energia reativa e energia ativa máximo a partir da qual se paga energia reativa. $tg\varphi 2 = 0,3$

σ - Desvio Padrão

Siglas e Acrónimos

AVAC – Aquecimento Ventilação e Ar-Condicionado

DGEG – Direção Geral de Energia e Geologia

ERSE – Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos

EU – União Europeia

GD – Graus Dia

GE – Gestor de Energia

INE – Instituto Nacional de Estatística

IVA – Imposto sobre o Valor Acrescentado

LED – *Light Emitting Diode*

MB – Multibanco

NUTS - Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatístico

SCE – Sistema de Certificação Energética dos Edifícios

UPS – *Uninterruptible Power Supply*

VPS – *Virtual Power Solutions*

VRV - Volume de Refrigerante Variável

1. INTRODUÇÃO

Nos dias de hoje, devido ao aquecimento global e consequentes mudanças climáticas, escassez e dependência da importação de recursos energéticos, torna-se cada vez mais imprescindível a criação de políticas energéticas internacionais, como é caso da Diretiva 2012/27/UE do Parlamento Europeu (EU, 2012)

Esta diretiva foi transposta para o ordenamento jurídico nacional pelo Decreto-Lei nº 68-A/2015 de 30 de abril (DL 68-A, 2015), e tem por objetivo a promoção de medidas de melhoria de eficiência energética por parte dos Estados Membros, com o objetivo de uma redução até 2020 de 20% no consumo de energia primária, 20% das emissões de gases de efeito de estufa e um aumento em 20% da proporção de fontes de energia renováveis no cabaz energético da União Europeia.

Neste contexto, a eficiência energética assume um papel central, tornando-se necessária promover análises e tomar medidas de a otimizar.

1.1. Enquadramento

Devido a alterações climáticas, que obrigam a ações imediatas para travar o aumento de emissões de gases com efeito de estufa, e à economia ligada diretamente à procura de energia, o cenário energético mundial está em constante mudança (DGEG, 2016).

A redução da dependência energética em relação a outros países tem vindo a ser um dos principais objetivos e desafios nas políticas energéticas portuguesas. Fruto da inexistência de produção interna de fontes de energia fóssil, como por exemplo de petróleo e gás natural, Portugal apresenta uma dependência energética bastante elevada, com valores a rondar entre os 80 e 90% (DGEG, 2016).

Contudo, a aposta nas energias renováveis e na eficiência energética fez com que Portugal diminuísse a sua dependência para valores abaixo dos 80%, como mostra a Figura 1.1 (DGEG, 2016).

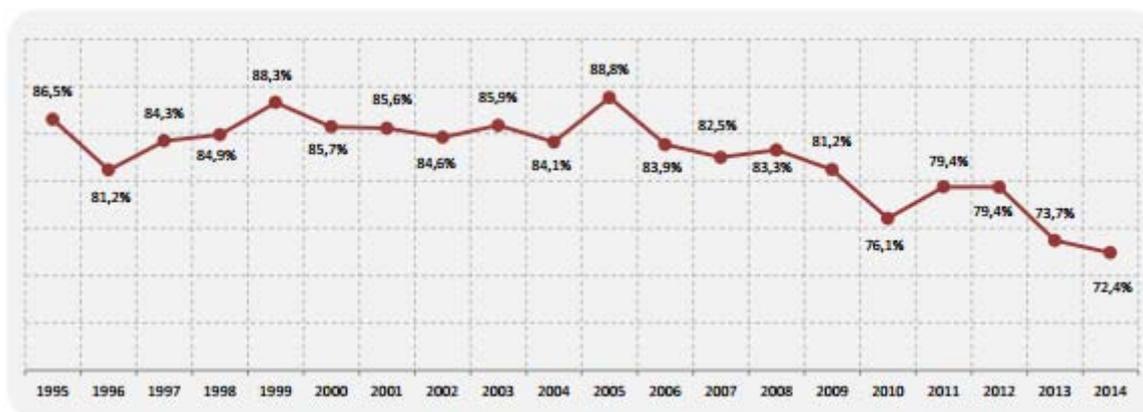


Figura 1.1 Evolução da Dependência Energética em Portugal (%) (DGEG, 2016)

Em comparação com a União Europeia (UE), onde o consumo de energia alusivo ao edificado ronda os 40% do total de energia consumida, Portugal apresenta um consumo menor, devido sobretudo a uma necessidade inferior de aquecimento dos edifícios, (Bernardo, 2015).

De acordo com a Figura 1.2, a maior parte da energia consumida em Portugal é atribuída ao setor dos transportes. Os edifícios, apesar de se situarem apenas em terceiro lugar com quase 30% de energia consumida, tem um peso próximo do peso da Indústria, deixando para ultimo lugar o setor primário, com quase 4% do consumo, (Bernardo, 2015).

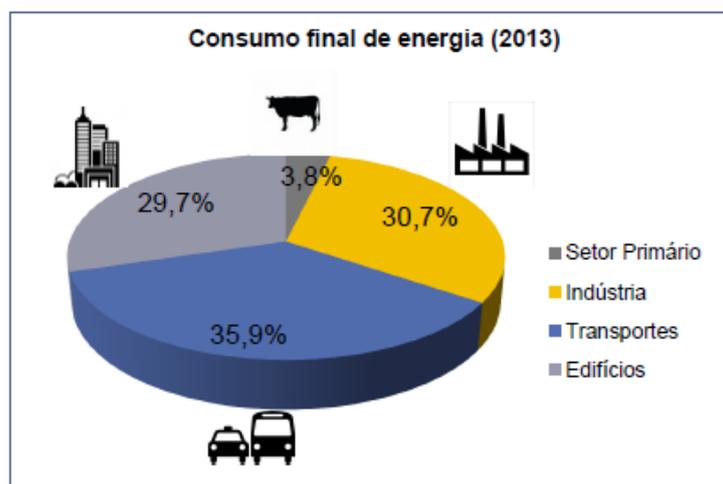


Figura 1.2 Consumo final de energia em Portugal (2013) (Bernardo, 2015)

Relativamente aos edifícios de serviços, em 2010 estes representam cerca de 12% da energia total consumida em Portugal, (INE e DGEG, 2011).

Quanto ao desempenho energético dos edifícios, a Diretiva nº 2002/91/CE (CE, 2002), posteriormente revista pela Diretiva 2010/31/UE (UE 2010), do Parlamento Europeu

e do Conselho, estabelece que todos os Estados-Membros devem implementar um sistema de certificação energética, (ADENE, 2016a).

De acordo com o Sistema Nacional de Certificação Energética dos Edifícios (SCE) implementado em Portugal (DL 118,2013), existem 8 classes pré-definidas para classificação dos edifícios. A Figura 1.3 ilustra as classes existentes. Note-se que a classe A⁺ diz respeito aos edifícios com melhor desempenho energético, e por oposição, a F aos edifícios com pior desempenho energético, (ADENE, 2016a).



Figura 1.3 Classes energéticas que classificam um dado edifício (ADENE, 2016a)

O certificado energético depende do tipo de edifício, sendo feita a diferenciação entre edifícios de habitação e edifícios de comércio e serviços. Dentro dos edifícios de serviços, existem ainda três categorias diferentes, referentes a pequenos edifícios de comércio e serviço sem climatização, pequenos edifícios de comércio e serviços com climatização e grandes edifícios de comércio e serviços, (DGEG, 2016a).

Como se verifica na Figura 1.4, em 2013 a maior parte dos certificados energéticos emitidos para edifícios de comércio e serviços indica a classificação energética C, (ADENE, 2016b).

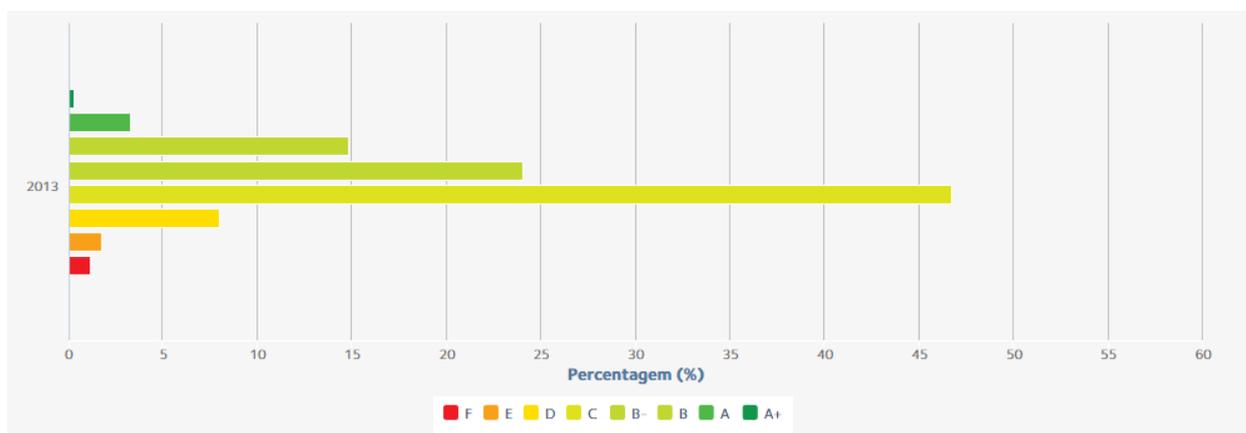


Figura 1.4 Certificados energéticos emitidos em 2013 para Edifícios de Comércio e Serviços (ADENE, 2016b)

O panorama indicado pela Figura 4 sugere que a margem de melhoria de eficiência energética nos edifícios de serviços é grande, tendo a gestão de energia um papel fundamental neste processo.

É neste contexto que se insere a temática do trabalho relatado neste texto, o qual foi realizado sobre a forma de estágio curricular na empresa *Virtual Power Solutions (VPS)* inserido na equipa de gestão de energia (GE). O trabalho foi realizado no âmbito de um projeto já em curso de monitorização e gestão de energia de um universo de agências de uma dada Instituição Bancária.

1.2. Estado de arte

Neste subcapítulo serão abordados vários sistemas de monitorização de energia existentes no mercado similares ao *Kisense* assim como também conceitos essenciais usados no presente relatório. É também feita uma breve análise aos sistemas mais consumidores de energia no interior de edifícios de serviços, nos quais se enquadram as agências bancárias.

Monitorização de energia

Os sistemas de monitorização de energia são cada vez mais importantes do ponto de vista da poupança energética, uma vez que o conhecimento de como a energia elétrica é consumida e custos associados à mesma servem de motivação para a mudança de comportamentos (Darby, 2006). Para a gestão de energia, essa monitorização é essencial, pois é com base nela que se planeiam medidas para redução do consumo de energia, (Abubakar *et al*,2016).

Tanto a nível dos edifícios como a nível industrial, existem vários tipos de sistemas capazes de monitorizar os consumos de energia. Os tecnologicamente mais avançados são os chamados de *Smart Meters*. Estes tipos de contadores são capazes de fornecer informação mais detalhada, permitindo assim um maior controlo sobre os consumos. Além disso, os *Smart Meters* permitem também enviar dados de consumo ao fornecedor de energia, através de uma rede de comunicação (Gomes, 2012).

Os *softwares* para monitorização de energia tornam-se essenciais para uma gestão de energia eficaz, sendo importante conhecer informações tais como os horários de funcionamento dos equipamentos e perfis de consumo. Por vezes, o simples esquecimento de iluminação acesa, ou de equipamentos de AVAC e ventilação ligados, podem representar gastos significativos. A existência de soluções que possibilitam fazer atuações remotas a

partir de qualquer dispositivo ligado à internet dá a possibilidade de acabar com gastos desnecessário, (Coimbra, 2016).

Um estudo de mercado de *softwares* para monitorização e gestão de energia permitiu identificar um vasto leque de opções de *softwares* de monitorização de energia, cada um com as características que mais se adequam aos seus clientes. Por norma, todos estes *softwares* têm em comum uma interface que permite ao utilizador observar quer os seus consumos, quer o perfil dos mesmos.

Como exemplo de alguns desses *softwares*, tem-se a *Schneider – Electric*, que apresenta várias soluções consoante a necessidade dos clientes. O *software* que mais se enquadra à monitorização de edifícios é o chamado *Power Monitoring Expert* (Premium Power, 2016), do qual se apresenta na Figura 1.5 uma imagem ilustrativa. Este apresenta enumeras funcionalidades, como a interface web para cliente personalizável, monitorização em tempo real, relatórios de energia standard e avançados para análise de consumos e gestão de custos, gestão de alarmes, entre outras funcionalidades mais técnicas (Schneider -Electric, 2016).

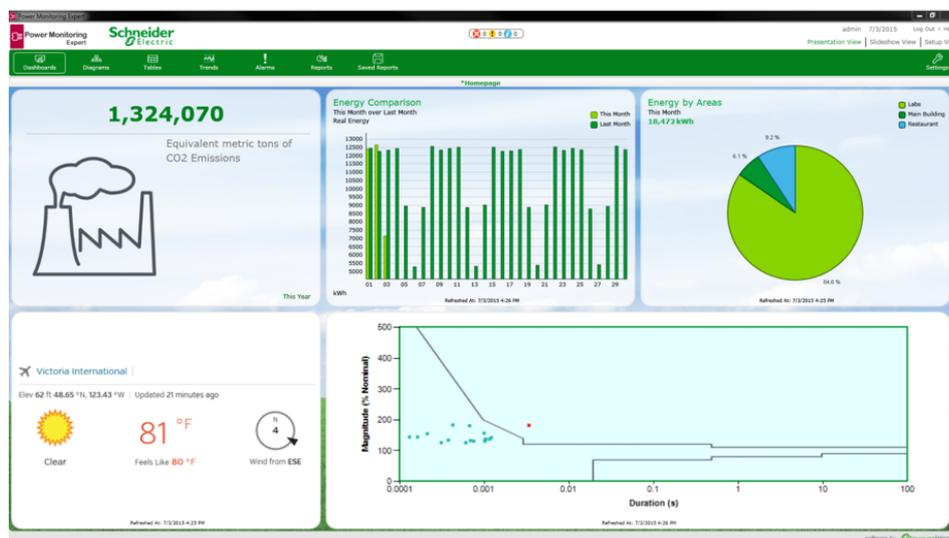


Figura 1.5 Imagem ilustrativa da plataforma *Power Monitoring Expert* (Premium Power, 2016)

A *EDP*, por sua vez, possui uma plataforma online que permite uma análise integrada e detalhada dos consumos de uma dada empresa cliente. Esta plataforma, da qual se apresenta uma imagem ilustrativa na Figura 1.6, apresenta algumas funcionalidades, tais como a de dar uma visão global do comportamento da instalação, comparação de consumos

entre pontos de contagem, estimativas de consumos futuros, distribuição de consumos elétricos por período, descarregar relatórios pré-definidos em formato Excel para um dado intervalo de tempo e pontos de contagem (EDP, 2016).

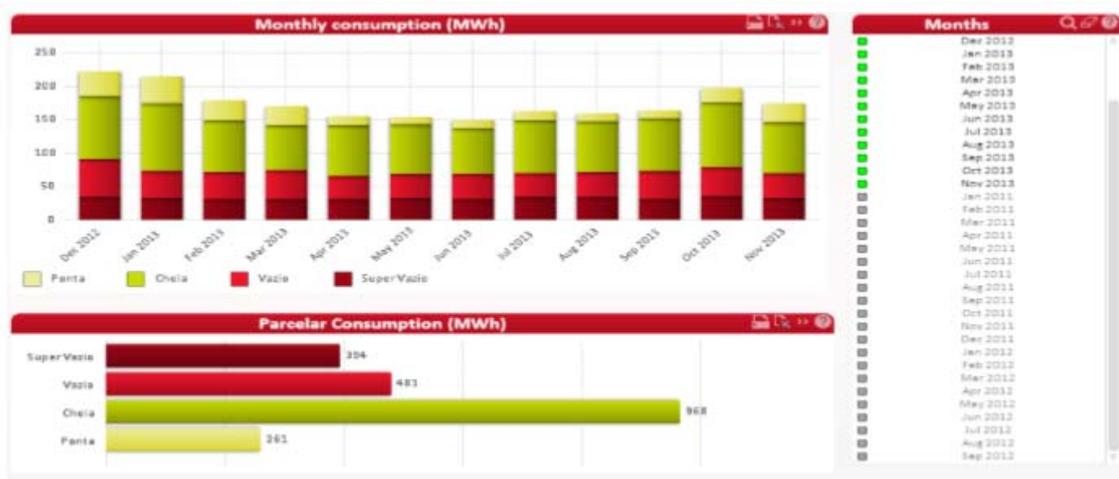


Figura 1.6 Imagem ilustrativa da plataforma de gestão de consumos da EDP (EDP, 2016)

Outro software existente no mercado é o *WiseMetering*, do qual se apresenta uma imagem ilustrativa na Figura 1.7. Este software apresenta as funcionalidades de monitorização e análise de consumos através de gráficos interativos de históricos atuais, informações sobre alterações de perfis de consumo e análise de consumos por tipo de dia (útil, não útil). Permite também definir horários de regimes de funcionamento, criar alarmes e marcadores, calcular indicadores para *Benchmarking* e visualizar cada espaço numa perspetiva sumária através de *Dashboards* (WiseMetering, 2016).



Figura 1.7 Imagem ilustrativa do software de monitorização WiseMetering (WiseMetering, 2016)

Aquecimento, ventilação e ar condicionado (AVAC)

De acordo com o SCE, regulado pelo Decreto-Lei 118/2013 (DL 118, 2013) e sucessivas revisões do mesmo, os sistemas técnicos, nos quais se enquadra os sistemas de climatização devem ser avaliados e ser alvo de requisitos, de modo a promover a eficiência energética e a utilização racional de energia.

Devido à grande presença de ocupantes e à elevada taxa de utilização de equipamentos informáticos nos ambientes bancários, o AVAC pode ser responsável por cerca de 50% dos custos de energia elétrica (Alfredo *et al*, 2010).

A manutenção dos sistemas de AVAC tem um grande potencial no que diz respeito a poupança de energia (Heinemeier *et al*, 2012). Algumas operações de manutenção são imprescindíveis para garantir uma operacionalidade mínima satisfatória, devendo as mesmas ser consideradas como parte integrante sistema de gestão de energia. Entre operações de manutenção realçam-se a limpeza, troca e monitorização da queda de pressão nos filtros, limpeza de grelhas de entrada de ar, superfícies de motores e ventiladores, avaliar a pressão e temperatura de funcionamento do compressor, ajustes de tensão das correias dos ventiladores, verificar pressões e temperaturas do fluido frigorífero, verificar o estado e limpeza de sedes de válvulas e estados de isolamento térmico (Silva, 2011)

Iluminação Artificial

No que diz respeito a iluminação artificial, esta pode representar também uma grande percentagem da fatura final de eletricidade. Se para uma habitação, esta percentagem pode rondar os 20%, já para edifícios de serviços, a mesma poderá subir drasticamente, chegando a atingir valores na ordem dos 60% (DGEG, 2016b)

Também aqui, de acordo com SCE regulado pelo Decreto-Lei 118/2013 (DL 118, 2013) e sucessivas revisões do mesmo, os sistemas técnicos, nos quais se enquadra a iluminação, devem ser também ela ser avaliada e alvo de requisitos, de modo a promover a eficiência energética e a utilização racional de energia.

O uso de lâmpadas de elevada eficiência, como exemplo as lâmpadas fluorescentes compactas ou fluorescentes com balastro eletrónico, conseguem poupar no consumo eletricidade até cerca de 80%, tendo ainda a vantagem de chegar a durar cerca de 12 vezes mais (DGEG, 2016b).

Quanto a balastros, estes são necessários para o funcionamento de uma lâmpada de descarga, limitando a corrente de funcionamento, produzindo tensão de arranque e pré-aquecendo os elétrodos, facilitando assim a emissão de elétrons para iniciar a descarga (Louçano, 2009). Os dois principais tipos de balastros são os balastros eletromagnéticos e eletrônicos, sendo estes últimos os mais económicos. A existência de balastros é responsável pelo aumento do consumo de uma lâmpada. Assim, para balastros eletromagnéticos, e dada a sua classe, tem-se um aumento de consumo que pode chegar a valores apresentados na Tabela 1.1 No caso de balastros eletrônicos, esses valores reduzem-se até cerca 20% (Louçano, 2009).

Tabela 1.1 Valores de potência efetiva para lâmpadas com balastros eletromagnéticos

Tipo de lâmpada	Potência da lâmpada	B1	B2	C	D
Fluorescente Linear (Casquilho G13)	18 W	<=24W	<=26W	<=28W	>28W
	36 W	<=41W	<=43W	<=45W	>45W
	58 W	<=64W	<=67W	<=70W	>70W
Fluorescentes compactas (Casquilho 2G11)	13 W	<=17W	<=19W	<=21 W	>21 W
	18 W	<=24W	<=26W	<=28W	>28W
	26 W	<=32W	<=34W	<=36W	>36W
Fluorescentes compactas (Casquilho G24)	18 W	<=24W	<=26W	<=28W	>28W
	24 W	<=32W	<=30W	<=34W	>34W
	36 W	<=41W	<=43W	<=45W	>45W

As lâmpadas do tipo *Light Emitting Diode* (LED) vêm, contudo, fazer face às fluorescentes. Estudos realizados através de simulações reais, referem que o tipo de lâmpada LED apresentam um melhor rendimento quando comparadas com as lâmpadas fluorescentes (Chih-Hsuan *et at*, 2008). Constituídos por várias camadas de material semicondutor, a potência de uma lâmpada LED varia entre 0,1 e 3 W, conjugando-se em lâmpadas ou luminárias.

Atualmente, existem no mercado LEDs para substituição direta de lâmpadas incandescentes, de halogénio e fluorescentes, com diversas tamanhas e casquilhos. Embora mais caras que outras lâmpadas de elevada eficiência energética, estas apresentam poupanças muito elevadas, assegurando um tempo de vida muito elevado, superior a 30 mil horas (ADENE, 2012).

Envidraçados

Dada à grande utilização de vãos envidraçados nas agências bancárias, é efetuada também de seguida uma breve análise sobre os mesmos.

As perdas de calor devido à existência de envidraçados podem representar uma grande percentagem de perdas de calor globais do edifício no inverno, podendo essa percentagem rondar os 30% (Mendes, 2011). Estas perdas são proporcionais ao coeficiente global de transferência de calor do envidraçado, o qual depende da condutividade térmica dos materiais utilizados e do modo como são assemblados para formar o envidraçado (Raimundo e Rebelo, 2016). Apesar disso, essas perdas podem ser minimizadas através de ganhos solares, dependendo da disponibilidade de sol, orientação do vão, e do fator solar do vidro (Mendes, 2011).

Os vãos envidraçados representam um obstáculo do ponto de vista de minimizar transferências térmicas entre o interior do edifício e o ambiente exterior, contudo, podem também ajudar a criar edifícios com elevados padrões de eficiência energética (Mendes, 2011; Raimundo e Rebelo, 2016).

Do ponto de vista da localização dos envidraçados nas fachadas dos edifícios, os voltados a sul têm a orientação a mais benéfica. Assim, no caso de estarem equipados com sistemas de sombreamento, permite a entrada de radiação solar durante o período onde o sol está mais baixo (inverno), e eliminam a entrada da mesma quando o sol está mais alto (verão). Por sua vez, os vãos envidraçados orientados a norte permitem uma ventilação natural e iluminação dos espaços interiores mais eficaz, não necessitando assim de dispositivos de sombreamento (Cota, 2014).

Deslastre de cargas

Sendo um conceito usado no presente relatório, expõe-se aqui o seu significado, assim como uma breve análise de mercado sobre o mesmo.

O deslastre de cargas define-se como sendo a “interrupção da alimentação de alguns consumos de energia elétrica, com o objetivo de preservar o funcionamento do sistema elétrico” (ERSE, 2014).

No contexto da gestão de energia e redução de consumos, este conceito foi usado tendo em vista a obtenção de poupanças, através do não uso de equipamentos.

Existem no mercado sistemas que permitem gerir o deslastre de cargas em certas instalações elétricas. Um desses sistemas é o sistema oferecido pela *Schneider-Electric* aos seus clientes. Este sistema utiliza um contactor deslastrador, que permite desligar temporariamente os circuitos não essenciais, reduzindo assim o consumo de energia durante esse tempo. Este equipamento desliga e religa as cargas, garantindo a prioridade de circuitos de acordo com a parametrização definida pelo utilizador (Schneider-Electric, 2010).

Existem outros equipamentos similares oferecidos pela *hager*. Estes aparelhos permitem economizar através da redução da tarifa aplicada pelo fornecedor de energia devido à diminuição da potência contratada. Caso a potência contratada seja atingida, os aparelhos permitem desligar os circuitos considerados não prioritários (Hager, 2016).

1.3. Objetivos

O objetivo global do trabalho centrou-se na análise energética de um conjunto de edifícios utilizados pelo setor bancário (agências bancárias), tendo em vista a identificação de oportunidades de poupança económica e uso eficiente de energia.

Dada a existência de dezenas de agências, houve a necessidade de fazer um estudo prévio para todas elas, identificando para cada uma a sua zona climática, área de pavimento e os consumos de energia gerais.

Assim, e com o objetivo de identificar as agências mais críticas por sistema consumidor de energia existente numa agência, foi realizada uma desagregação de consumos. Desta análise foi possível identificar as agências mais críticas no que diz respeito a consumos de energia pelo AVAC, iluminação e outros equipamentos. Após essa seleção, foram realizadas algumas visitas de modo a identificar não só oportunidades de melhoria, mas também a fiabilidade das análises realizadas.

Dada a necessidade urgente da *VPS* em obter poupanças em curto prazo por questões contratuais, foram realizados um conjunto de deslastres de carga no AVAC. Na sequência desta estratégia foi possível avaliar o impacto que a medida teve, e qual o impacto que a mesma teria se fosse aplicada em larga escala.

2. ESTÁGIO NA *VIRTUAL POWER SOLUTIONS*

Os trabalhos descritos na presente dissertação foram realizados sob a forma de estágio na empresa *VPS*, sediada em Coimbra, integrados na equipa de GE. Dedicando-se ao setor da energia, água e ambiente, a principal missão da *VPS* é apoiar os seus clientes, com o objetivo de promover o aumento de eficiência energética através de uma gestão mais eficaz dos recursos energéticos.

Após a integração e contextualização na empresa e na equipa de GE, foram realizados alguns trabalhos destinados aos vários projetos onde a empresa está inserida, permitindo assim um conhecimento maior sobre os mesmos.

Posteriormente foi dada a conhecer a plataforma *Kisense* e todo o estado do projeto em estudo, por forma a tomar conhecimento dos vários aspetos relacionados com os trabalhos que se pretendia desenvolver.

De seguida, foi dado início ao trabalho realizado e exposto neste relatório, sendo o tempo de estágio quase todo dedicado ao mesmo, à exceção de pequenos trabalhos urgentes realizados para outros projetos da empresa. Entre esses trabalhos destaca-se a realizações de planos de medida e verificação (PMV), apoio a *benchmarking* e *newsletters*, análise energética no contexto industrial, apoio a relatórios e realização de casos de estudos.

Na Figura 2.1 está representado o diagrama cronológico das tarefas realizadas ao longo do estágio.

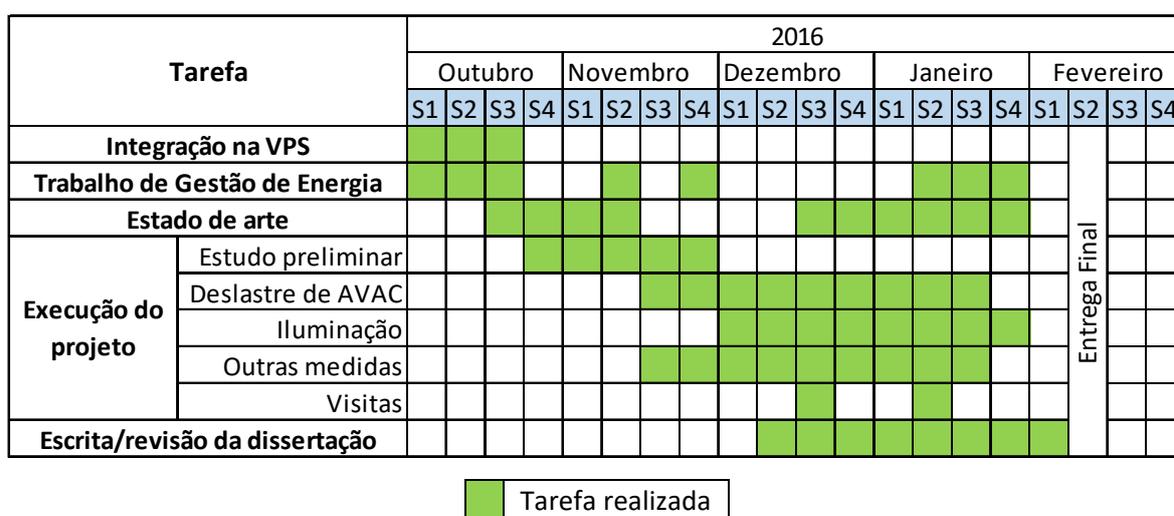


Figura 2.1 Cronograma de tarefas realizadas no estágio

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Plataforma *Kisense*

A plataforma *Kisense* é uma plataforma de monitorização de consumos energéticos, dirigida para o setor empresarial. A mesma destina-se a apoiar quer pessoas quer organizações na redução de consumos de energia e consequentemente na redução de custos associados. Esta plataforma, cujo esquema de *hardware* se apresenta na Figura 3.1, fornece e analisa os consumos energéticos em tempo real, sendo uma ferramenta muito útil para uma gestão eficiente de energia, tornando-a mais fácil e rápida. A mesma foi desenvolvida tendo em conta os diferentes níveis de conhecimento, podendo ser usada por qualquer pessoa.

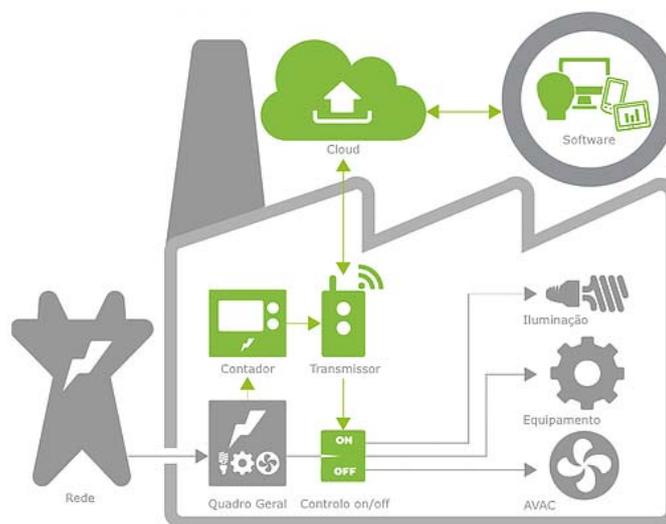


Figura 3.1 Imagem ilustrativa do hardware do *Kisense* (VPS, 2016)

A plataforma contempla um ou vários contadores associados ao quadro elétrico geral do edifício a monitorizar, o qual está ligada a um transmissor. Esse transmissor é responsável por enviar os dados do contador para uma *Cloud*, permitindo assim a visualização dos dados em *softwares*, e enviar ordens de atuação, por forma a ligar e desligar equipamentos remotamente.

Quanto ao nível de *software* e suas funcionalidades, o *Kisense*, contempla os seguintes módulos:

Dashboard: Sendo a página apresentada após autenticação, tem o objetivo de fornecer informação geral do perfil de consumos dos últimos 30 dias, alarmes, entre outras informações gerais. Este módulo é configurável, podendo cada cliente escolher a informação pretende ser apresentada

Módulo explorador de dados: Este módulo permite efetuar análises dos dados com opção de vista básica e vista avançada. Na vista básica, para além de fornecer informação dos consumos, o *Kisense* permite também a visualização de outras variáveis, tais como energia ativa, potência consumida e estados (ligado/desligado). Estes dados poderão ser apresentados de várias formas de agrupamento temporal, contemplando períodos que vão desde a hora até à década. Na vista avançada, para além das mesmas funcionalidades apresentadas na vista básica, permite ainda personalizar períodos, visualizar variáveis instantâneas em simultâneo, indicadores de consumo, efetuar cálculos de formulas e exportar a informação pretendida para ficheiros *Excel*.

Módulo de Atuação: Como o próprio nome indica, este módulo permite efetuar atuações remotas, nomeadamente ligar ou desligar equipamento. Permite também agendar períodos de funcionamento, atuações isoladas e recorrentes.

Módulo de Alarmística: Permite definir alarmes de modo a identificar consumos fora dos parâmetros definidos, identificando assim potenciais avarias. Este é um dos módulos principais para a GE, uma vez que permite identificar rapidamente um problema, diminuindo assim o tempo de resposta.

Módulo de ADR: (ADR – *Automated Demand Response*). Este módulo apresenta como funcionalidade a programação de atuações isoladas. A principal diferença entre este módulo e o módulo de atuação é que aqui as atuações têm de ser aceites pelo cliente. Só assim as mesmas serão realizadas.

Módulo AMR: (*Automatic meter reading*). Neste módulo existe a possibilidade de fazer uma análise mais detalhada a nível de contador. Possibilita visualizar todos os contadores existentes num local, assim como a informação associada a cada um deles, nomeadamente informação técnica e de contagem de consumos.

Módulo *Baseline*: Este módulo permite a introdução de *baselines*, ou seja, introdução de consumos de referência, configuráveis ao perfil de consumo do cliente. Assim, existe a possibilidade de comparar consumos atuais com consumos de referência, seja eles de períodos homólogos ou não, possibilitando assim contabilizar possíveis poupanças.

Encontra-se no Apêndice imagens ilustrativas dos vários módulos do *Kisense*.

Em relação a projeto em estudo, todas as agências estão equipadas com o *Kisense*. Assim, encontra-se em cada uma delas um sistema de *hardware* individual igual ao apresentado na Figura 3.1, onde são monitorizados os circuitos de geral e de AVAC. O software por sua vez é um e comum a todas as agências, ou seja, tem-se acesso aos consumos de todas as agências na mesma plataforma.

3.2. Estudo preliminar

O estudo inicialmente realizado teve por base informações de projeto, tais como as agências monitorizadas e respetivas moradas, consumos gerais de energia, áreas de pavimento e tipologia correspondente. Esta última foi de acordo com o seguinte critério:

- Área de pavimento até 129 m², Tipologia 1
- Área de pavimento de 130 m² até 169 m², Tipologia 2
- Área de pavimento de 170 m² até 399 m², Tipologia 3
- Área de pavimente a partir de 400 m² Tipologia 4

O critério usado teve por base critérios já usados em outros projetos similares realizados pela *VPS*

Salientar ainda que para este estudo foram identificadas 114 agências, correspondendo ao total de agências monitorizadas no projeto.

De seguida foi realizada a classificação das agências a nível de zoneamento climático, tendo por base as suas localizações. Para tal, recorreu-se ao expresso nos diplomas que regulamentam o SCE, mais propriamente ao Despacho (extrato) 15793-F/2013.

Esta classificação é definida em três zonas de inverno e três zonas de verão. No caso de inverso, existem as classes de I1, I2, e I3, sendo que a classe 1 é a menos severa e a 3 a mais. No caso da classificação de verão, a distinção é a mesma, existindo também 3 classes, V1, V2, V3, sendo a 1 a menos severa e a 3 a mais.

O referido despacho organiza a classificação climática a partir da Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos (NUTS) de nível III. A composição por municípios está detalhada no Despacho, tendo por base a Lei nº 21/2010 de 23 de agosto. Assim, começou-se por organizar as agências por NUTS III, de acordo com as suas localizações.

Os valores dos parâmetros climáticos de um dado local são obtidos a partir de um valor de referência para cada NUTS III e ajustados tendo por base a altitude desse local. Assim, teve de ser definida a altitude para cada agência. Através da localização da agência, e da ferramenta online *mapcoordinates* do *Google*, foi possível fazer uma aproximação à altitude real de cada agência.

As correções de altitude são do tipo linear, proporcionais à diferente entre a altitude do local e uma altitude de referência de cada NUTS III. As mesmas respeitam a seguinte expressão:

$$X = X_{ref} + a(z - z_{ref}) \quad (1)$$

Sendo:

X – Valor do parâmetro climático a determinar

X_{ref} – Valor de referência do NUTS III correspondente. Valor tabelado.

a – Declive da reta. Valor tabelado para cada NUTS III

z – Altitude da localidade a calcular o parâmetro climático

z_{ref} – Altitude de referência de acordo com o respetivo NUTS III

As zonas climáticas de inverno são definidas a partir de Graus-dias (GD) na base de 18°C , correspondente à estação de aquecimento. Conhecida a altitude, uma vez que todos os outros valores estão já tabelados, é direto o calculo dos GD .

Assim, a zona climática de inverno fica definida com o seguinte critério

- $GD \leq 1300 \rightarrow \text{I1}$
- $1300 < GD \leq 1800 \rightarrow \text{I2}$
- $GD > 1800 \rightarrow \text{I3}$

As zonas climáticas de verão são definidas a partir da temperatura média exterior correspondente à estação convencional de arrefecimento ($\theta_{ext, v}$). Mais uma vez, conhecida a altitude, e uma vez que todos os outros parâmetros da expressão 1 estão tabelados, torna-se direto o calculo desse parâmetro de $\theta_{ext, v}$.

Assim, a zona climática de inverno fica definida com o seguinte critério:

- $\theta_{ext, v} \leq 20^{\circ}\text{C} \rightarrow \text{V1}$
- $20^{\circ}\text{C} < \theta_{ext, v} \leq 22^{\circ}\text{C} \rightarrow \text{V2}$
- $\theta_{ext, v} > 22^{\circ}\text{C} \rightarrow \text{V3}$

Foi efetuado posteriormente um levantamento de todos os consumos dos últimos 12 meses, (de dezembro de 2015 a novembro de 2016), através da plataforma *Kisense* e calculado o rácio entre os consumos anuais e a área de pavimento das agências, kWh/m².

Os resultados da análise preliminar apresentam-se no Anexo A.

3.3. Deslastre dos sistemas de AVAC

A realização de deslastre no sistema de AVAC teve como objetivo a obtenção de poupanças a curto prazo. Esta é uma medida fácil de implementar, uma vez tratar-se apenas de desligar o sistema de AVAC em certos períodos do dia, onde o critério foi o de criar o menor impacto possível. É também uma medida que, à primeira vista, trará poupanças a curto prazo, uma vez que não existe a necessidade de realizar qualquer investimento, e como tal, o retorno económico é imediato.

A realização do deslastre do AVAC teve sempre em conta informação meteorológica das localidades onde as agências se situavam. Recorrendo-se à informação meteorológica fornecida pelo site do Instituto Português do Mar e Atmosfera (IPMA, 2016) para as várias localidades, era efetuado um levantamento das horas mais pertinentes a deslastrar. Deste modo, tentou-se sempre realizar o deslastre em horas onde a temperatura exterior fosse mais amena possível, por forma a não comprometer o conforto térmico no interior da agência.

3.3.1. Metodologia de seleção de agências

O facto de ser necessário assegurar o funcionamento da ventilação durante a realização do deslastre foi um condicionamento à realização dos deslastres, uma vez que para poder desligar o AVAC no *Kisense* mantendo a ventilação ativa, é necessário que estes tenham atuações físicas diferentes, o que não acontece em todas as agências.

Outro condicionamento foi o encerramento de um conjunto elevado de agências ao longo da realização desta dissertação de mestrado, levada a cabo pela própria Instituição Bancária num programa de reestruturação.

Dada a necessidade de obtenção de poupanças no imediato, o deslastre acabou por ser realizado para um dado número de agências em que os critérios de seleção acabaram

por ser só a existência de atuações físicas separadas do AVAC e da ventilação, estando essa separação também realizada já na plataforma *Kisense*.

É de notar também que o deslastre foi feito de modo progressivo, ou seja, foram adicionadas agências e aumentado o tempo de deslastre de semana para semana, e não de uma só vez. Esta progressividade deveu-se não só ao desconhecimento das consequências do deslastre, mas também de forma a controlar as poupanças semanalmente. Os deslastres foram iniciados no dia 31 de outubro, prolongando-se até ao final do ano, sendo este o período de deslastre considerado para efeito deste relatório.

3.3.2. Metodologia de cálculo de poupanças

As poupanças foram calculadas diariamente, contabilizando a redução de consumo existente à hora em que o deslastre aconteceu. Contudo, essa redução não foi linear em todos os casos, existindo situações onde houve a necessidade de ajustar o cálculo de modo a fazer uma contabilização de poupanças mais correta.

Assim, para os vários casos, as poupanças são calculadas pela diferença entre consumos no período de tempo (de 15 minutos) imediatamente antes do início do deslastre e o consumo durante os períodos de tempo em que ocorreu deslastre, dos quais se apresenta na Figura 3.2 um exemplo ilustrativo.

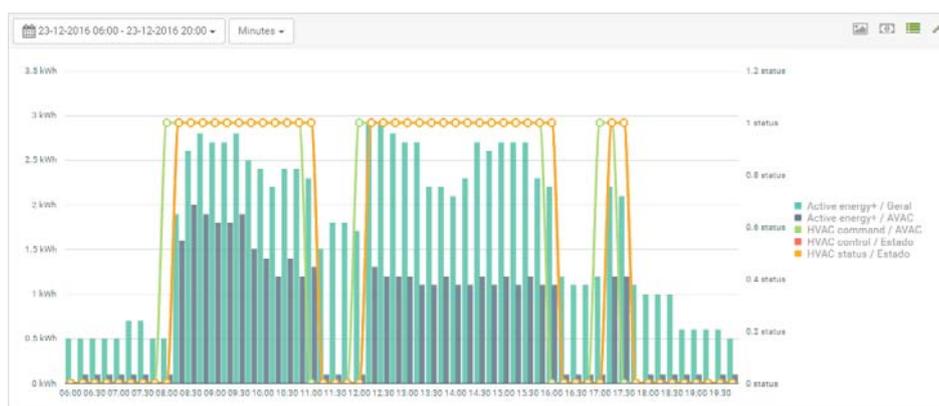


Figura 3.2 Imagem ilustrativa de deslastre para o caso 1

No caso apresentado na figura anterior, foi efetuado um deslastre de manhã e outro de tarde. Para o deslastre de manhã, o consumo de energia nos 15 minutos antes ao deslastre acontecer foi de 1,3 kWh. Ao longo do deslastre existe um consumo residual de 0,1 kWh em praticamente todos os períodos de 15 min, à exceção de um deles. Porém, como os consumos ao longo do dia não são regulares, essa pequena diferença é desprezável. A

diferença então entre o consumo antes e durante o deslastre é dado por: $1,3 - 0,1 = 1,2$ kWh. Assim, e uma vez que ocorreu deslastre durante uma hora, a poupança de energia gerada pelo deslastre foi $1,2 \times 4 = 4,8$ kWh.

Para o caso apresentado, não houve necessidade de realizar ajustes ao cálculo. Porém, existiu casos onde houve essa necessidade. A Figura 3.3 representa um desses casos, onde é claro o aumento de consumo após a realização de deslastre. Nestes casos, o cálculo de poupanças faz-se de maneira similar ao referido anteriormente, com a subtração posterior desse aumento.

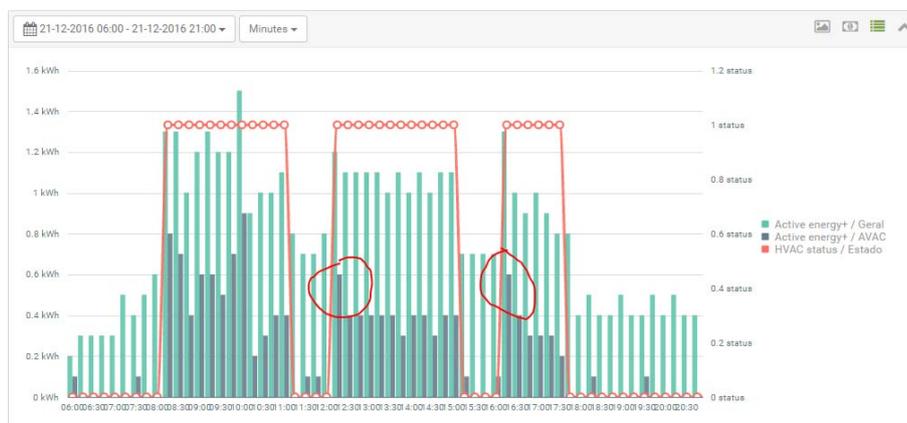


Figura 3.3 Imagem ilustrativa de deslastre para o caso 2

Existiram ainda casos particulares, como o apresentado na Figura 3.4. Aqui verificou-se uma diferença significativa entre os consumos antes e após o deslastre, permanecendo esse consumo constante após o mesmo.

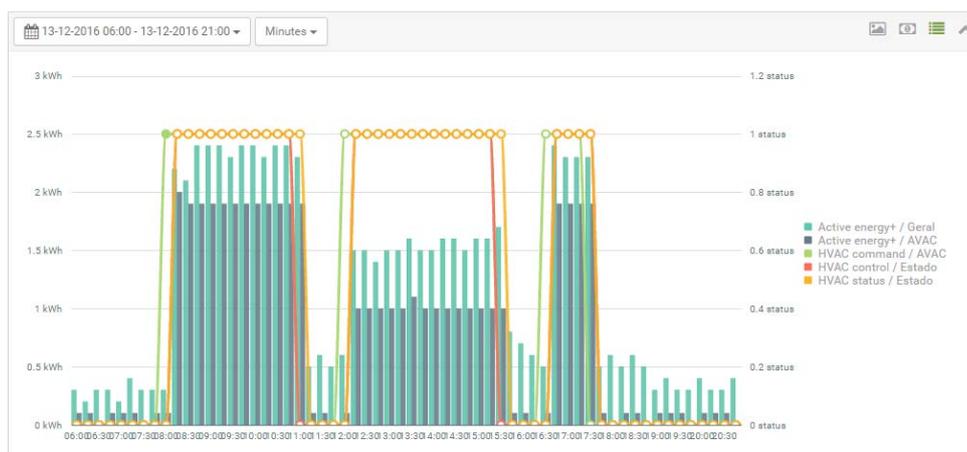


Figura 3.4 Imagem ilustrativa de deslastre para o caso 3

Para este caso, existem duas abordagens distintas. No caso da diminuição de consumos após o deslastre, a poupança calculou-se fazendo a diferença entre a média de

valores de consumos verificados antes e após o deslastre, e os valores verificados durante o deslastre. No caso em que houve aumento de consumos, e uma vez que não se consegue provar que esse aumento é devido à existência de deslastre, considerou-se a poupança nula.

3.4. Monitorização dos sistemas ativos

3.4.1. Sistemas de AVAC

Sendo o AVAC um sistema muito relevante em termos de consumo de energia, responsável por uma grande percentagem dos consumos de energia elétrica em relação ao geral, foi realizado uma análise mais direcionada partindo-se da análise preliminar, com o objetivo de identificar as agências em que o consumo específico de energia por estes equipamentos é maior.

Uma vez que o sistema de AVAC está a ser monitorizado individualmente no projeto, é possível fazer uma análise direta através do *Kisense*. Assim, foi feito um levantamento dos consumos gerais e de AVAC para as estações de inverno e de verão, sendo estas as estações as mais severas e, portanto, onde as necessidades de AVAC são maiores. A partir da relação entre os consumos de energia pelo AVAC e o consumo total da agência, foi possível conhecer o peso dos sistemas de AVAC face ao consumo total de cada agência.

A análise realizada anteriormente não leva em consideração a área de pavimento da agência. Assim, e de modo a realizar um estudo onde fosse contemplada essa variável, foi calculado um índice, fazendo a razão entre o consumo de energia pelos sistemas de AVAC e a área de pavimento de cada agência. O recuso a este indicador de consumo específico permitiu seriar as agências em termos de consumo de energia pelos sistemas de AVAC, quer para a estação de aquecimento (inverno) quer para a de arrefecimento (verão). Esta seriação foi efetuada então separadamente para o período de inverno e para o período de verão e, agrupando previamente as agências por zona climática. Deste modo resultaram quatro conjuntos, (não existe agências localizadas em zona climática I3 e V1) em que cada agência aparece em dois deles, correspondentes à sua zona climática de inverno e à sua zona climática de verão.

De seguida, e para cada um dos seis conjuntos de agências, foi elaborado um *ranking* com as agências mais críticas por m^2 , ou seja, as que apresentam maior consumo

específico no período referente (em kWh/m²). Assim, as agências visitadas e selecionadas para estudo foram as agências pertencentes a esses *rankings*. Foi tido em consideração também a proximidade das agências entre elas e a *VPS*, maximizando o número de visitas por viagem.

3.4.2. Sistemas de iluminação

De igual modo aos sistemas de AVAC, a iluminação também é um sistema crítico no interior das agências no que diz respeito ao consumo de energia. Deste modo, importa perceber até que ponto a iluminação tem um papel relevante nos consumos gerais das agências, e quais as que apresentam um consumo específico mais elevado. Foi então realizado uma análise mais direcionada à iluminação.

Ao contrário do AVAC, não é possível tirar diretamente o valor do consumo correspondente à iluminação através do *Kisense*, uma vez que esse circuito não está a ser monitorizado individualmente. Contudo, será sempre um valor inferior à diferença entre o consumo total de energia pela agência e o consumo dos sistemas de AVAC.

Não sabendo o número e o tipo de luminárias presentes em cada agência, foi necessário recorrer a um método que conseguisse estimar o consumo correspondente à iluminação.

Assim, o método de cálculo da iluminação é dado por um algoritmo que respeita as seguintes condições:

StandBy horário

= Consumo Geral médio quando chave, avac, iluminação e reclame desligado

$StandBy = StandBy \text{ horário} \times n^{\circ} \text{ horas chave desligada}$

Reclame horário

= Consumo Geral médio quando só reclame ligado

– *StandBy horário*

$Reclame = Reclame \text{ horário} \times n^{\circ} \text{ horas reclame ligado}$

$Iluminação = Geral - AVAC - Reclame - StandBy$

A utilização deste algoritmo permite chegar ao consumo mensal de energia pela iluminação de cada agência, transformados posteriormente em valores anuais. Dada a existência de alguns dados de consumos incompletos, o estudo foi apenas calculado para agências com pelo menos 75% de dados.

A partir do consumo anual pela iluminação e a área de pavimento obteve-se o consumo anual de iluminação por m². Seguidamente, comparando o consumo específico anterior com o seu valor médio (envolvendo todas as agências), identificaram-se as agências mais críticas em relação a consumos de iluminação.

As agências selecionadas para este estudo foram as agências consideradas mais críticas, ou seja, as que apresentaram um consumo de iluminação maior por metro quadrado. Assim como no caso do AVAC, também aqui é tida em conta a proximidade das agências entre estas e a *VPS*, maximizando mais uma vez o número de visitas por viagem.

3.4.3. Outros sistemas

Para além do AVAC e da iluminação, dentro de uma agência bancária existem outros tipos de consumidores de energia, como por exemplo computadores, impressoras, faxes, servidores, sistema de publicidade, máquinas de café, micro-ondas, secadores de mãos dos WC e outros equipamentos de menor relevância.

Recorrendo ao algoritmo apresentado anteriormente, foi possível chegar à conclusão que o *standby* é responsável por cerca de 30% do consumo geral de uma agência. Sendo estes consumos originados pelos sistemas que ficam ligados durante a noite, e analisando os equipamentos existentes numa agência bancária, pode-se imputar estes consumos aos computadores que ficam em *standby*, a servidores, ao sistema de videovigilância e a algumas luzes de presença que ficam sempre ligadas, ao sistema de multibanco e a eventuais fontes de alimentação ininterrupta (UPS).

Analisando os tipos de equipamentos responsáveis pelo *standby*, os servidores, UPS e sistema de multibanco, terão de permanecer sempre ligados. Por questões de segurança, o mesmo acontece com o sistema de videovigilância e as luzes de presença. Sobre os computadores que ficam ligados ou em *standby*, a necessidade de os manter assim prende-se muitas vezes pelas atualizações de *software*, ou certos trabalhos que ficam em execução durante a noite. A única maneira de diminuir estes consumos é a troca destes equipamentos

por equipamentos mais eficientes, mas para tal, é necessária uma análise, de modo a estudar a viabilidade do investimento.

Outro tema a ter em consideração para eficiência energética e redução do valor da fatura de eletricidade é a energia reativa. Esta é caracterizada por não produzir trabalho, mas que é essencial para a maioria do funcionamento dos aparelhos elétricos e eletromecânicos, (Galp, 2017). Durante a realização deste projeto, foi identificado na agência bancária de Saldanha um grande custo associado a energia reativa. Para um custo médio anual de energia ativa de 357 euros sem IVA, foi pago um valor médio de 188,6 euros sem IVA em energia reativa.

Foi efetuado um levantamento através do *Kisense* de parâmetros essenciais ao dimensionamento de uma bateria de condensadores, nomeadamente fator de potência ($\cos\phi$) e potência de instalação. Foram assim obtidos valores de fator de potência na ordem dos 0,67 e de instalação na ordem dos 25 kW.

O cálculo da capacidade da bateria de condensadores é dado por: (Galp, 2017)

$$Q_c = P (\operatorname{tg}\phi_1 - \operatorname{tg}\phi_2) \quad (2)$$

Sendo:

Q_c – Potência de compensação [kVAr];

P – Potência da instalação [kW];

$\operatorname{tg}\phi_1$ – Quociente ente energia reativa e energia ativa do sistema

$\operatorname{tg}\phi_2$ – Quociente ente energia reativa e energia ativa máximo a partir da qual se paga energia reativa. $\operatorname{tg}\phi_2 = 0,3$

Assim, convertendo o fator de potência para $\operatorname{tg}\phi$ e substituindo todos os valores na equação (2), obtém-se uma potência mínima de compensação de 20,25 kVAr.

Foi pedido a uma entidade externa a seleção e orçamentação de uma bateria de condensadores ajustada a este caso, surgindo assim 3 alternativas de baterias com capacidades compreendidas entre os 43,5 e 50 kVAr. A diferença entre o valor calculado pela expressão (2) e as capacidades das baterias propostas deve-se possivelmente à adição de algum coeficiente de segurança e/ou a utilização da potência contratada da agência (41,41kW), ao invés da potência efetiva da instalação.

Posteriormente foi proposto à Instituição Bancária uma dessas soluções. Até ao momento da redação do presente relatório, não houve desenvolvimentos sobre a proposta, estando o processo em espera.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Deslastre dos sistemas de AVAC

4.1.1. Agências selecionadas

Como referido no capítulo anterior, as agências a deslastrar foram adicionadas de modo progressivo. Na Tabela 4.1 encontra-se representado o cronograma das agências onde o deslastre aconteceu.

Tabela 4.1 Cronograma de deslastre

Agência	semanas								
	31/out	07/nov	14/nov	21/nov	28/nov	05/dez	12/dez	19/dez	26/dez
AVEIRO - LOURENÇO PEIXINHO	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CANTANHEDE	X	X	X	X	X	X	X	X	X
VEISEU - SERPA PINTO	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FIGUEIRA DA FOZ		X	X	X	X	X	X	X	X
GRIJÓ - V N GAIA					X	X	X	X	X
LISBOA - GRAÇA					X	X	X	X	X
ODIVELAS - ABREU LOPES					X	X	X	X	X
SANTA MARIA DA FEIRA					-	-	X	X	X
ÁGUAS SANTAS - MAIA						X	X	X	X
BALTAR - PAREDES						X	X	X	X
FÁTIMA - V N OURÉM						X	X	X	X
TROFA						X	X	X	X
V N GAIA - AV. DA REPÚBLICA						X	X	X	X
CORTEGAÇA								X	X
OEIRAS - CÂNDIDO REIS								X	X

Em conjunto com as agências enumeradas anteriormente, foram adicionadas outras para deslastre. Porém, e apesar de terem sido enviadas ordens de atuações, o deslastre não aconteceu. Foi realizado contacto telefónico a essas agências, num total de dez, de modo a conhecer o estado do disjuntor “*bypass*” no quadro elétrico de AVAC, isto porque caso o estado do disjuntor *bypass* seja ON, o AVAC estaria a ser comandado pela chave de alarme da agência e não pelas atuações programadas no *Kisense*. Desse conjunto de agências, apenas uma tinha o disjuntor de *bypass* ON, sendo essa a agência a de Santa Maria da Feira. Após ser alterado o estado do disjuntor, a agência ficou a deslastrar corretamente. Como se pode

verificar na Tabela 4.1, apesar de ela ter sido acrescentada na semana de 28 de novembro de 2016, só começou a deslastrar na semana de 12 de dezembro. Todas as outras agências contactadas tinham o *bypass* na posição correta. Não foi possível saber ao certo a razão de estas agências não deslastrarem, porém, a razão mais plausível é a de a atuação da ventilação não estar fisicamente separada da atuação do AVAC, apesar da informação contrária. Na Tabela 4.2 é possível verificar não só as agências que sofreram deslastre como também a sua tipologia, zona climática de inverno e data exata de início de deslastre.

Tabela 4.2 Agências onde ocorreu deslastre

Agência	tipologia	zona climática inverno	data início
AVEIRO - LOURENÇO PEIXINHO	3	I1	03/nov
CANTANHEDE	2	I1	03/nov
VEISEU - SERPA PINTO	3	I2	03/nov
FIGUEIRA DA FOZ	3	I1	11/nov
GRIJÓ - V N GAIA	2	I2	28/nov
LISBOA - GRAÇA	3	I1	28/nov
ODIVELAS - ABREU LOPES	1	I1	28/nov
ÁGUAS SANTAS - MAIA	3	I2	09/dez
BALTAR - PAREDES	3	I2	09/dez
FÁTIMA - V N OURÉM	2	I2	09/dez
TROFA	2	I1	09/dez
V N GAIA - AV. DA REPÚBLICA	3	I1	09/dez
SANTA MARIA DA FEIRA	3	I2	15/dez
CORTEGAÇA	2	I2	21/dez
OEIRAS - CÂNDIDO REIS	3	I1	21/dez

4.1.2. Poupanças conseguidas

As poupanças obtidas através do deslastres foram cerca de 1145 kWh, correspondendo a 157,54 euros. As poupanças semanas apresentam-se na Tabela 4.3. De notar que as poupanças monetárias foram calculadas tendo por base a tarifa de cada agência.

Tabela 4.3 Poupanças semanais pelo deslastre

Semana	Poupança energética [kWh]	Poupança monetária [€]	% Poupança
31/10 a 04/11	23,4	3,18	0,04%
07/11 a 11/11	35,8	4,86	0,06%
14/11 a 18/11	35,4	4,81	0,06%
21/11 a 25/11	36,2	4,91	0,05%
28/11 a 02/12	53,4	7,16	0,08%
05/12 a 09/12	118,5	16,07	0,21%
12/12 a 16/12	273,4	37,38	0,43%
19/12 a 23/12	284,5	39,27	0,48%
26/12 a 30/12	284,4	39,90	0,49%
Total	1145,0	157,54	

A percentagem de poupança foi calculada através da seguinte expressão:

$$\% \text{ poupança} = \frac{\text{kWh deslastrado}}{\text{kWh consumidos} + \text{kWh deslastrados}} * 100 \quad (2)$$

Através da expressão (2) pode-se obter a percentagem de poupança que o deslastre representa em relação ao consumo geral, caso esse deslastre não tivesse acontecido. Os kWh deslastrado dizem respeito à energia elétrica poupada em cada semana. Por sua vez, os kWh consumidos dizem respeito à energia consumida no geral, por todas as agências, para a semana correspondente. Neste ponto, foi considerado uma semana completa, incluído os dias não uteis.

De modo a conseguir comparar a quantidade de energia deslastrada nas várias agências, apresenta-se na Tabela 4.4 as duas últimas semanas (semanas de 19 e 26 de dezembro de 2016) onde o deslastre aconteceu para todas as agências.

Tabela 4.4 Deslastre detalhado das últimas duas semanas

Agência	Tip.	zona climática inverno	[kWh] deslastrado sem.19/12	Horas desl.	Poupança sem.19/12	[kWh] deslastrado sem.26/12	Horas desl.	Poupança sem.26/12
ÁGUAS SANTAS - MAIA	3	I2	31,4	7,0	0,053%	34,1	8,0	0,059%
AVEIRO - LOURENÇO PEIXINHO *	3	I1	19,6	8,0	0,033%	9,4	3,5	0,016%
BALTAR - PAREDES	3	I2	11,5	6,0	0,020%	4,6	2,0	0,008%
CANTANHEDE	2	I1	3,1	8,0	0,005%	9,4	9,5	0,016%
CORTEGAÇA	2	I2	10,8	4,5	0,018%	31,8	9,5	0,055%
FÁTIMA - V N OURÉM	2	I2	26,5	6,5	0,045%	34,7	7,5	0,060%
FIGUEIRA DA FOZ	3	I1	24,8	6,0	0,042%	28,7	7,5	0,049%
GRIJÓ - V N GAIA	2	I2	46,5	6,0	0,079%	74,2	9,5	0,127%
LISBOA - GRAÇA *	3	I1	44,4	6,5	0,075%	6,8	1,5	0,012%
ODIVELAS - ABREU LOPES	1	I1	12,6	8,5	0,021%	4,4	7,5	0,008%
OEIRAS - CÂNDIDO REIS	3	I1	14,0	4,5	0,024%	48,5	9,0	0,083%
SANTA MARIA DA FEIRA	3	I2	3,0	7,5	0,005%	3,5	9,5	0,006%
TROFA	2	I1	21,1	7,0	0,036%	25,0	7,5	0,043%
V N GAIA - AV. DA REPÚBLICA	3	I1	30,4	8,0	0,052%	42,6	9,5	0,073%
VISEU - SERPA PINTO	3	I2	9,6	3,5	0,016%	7,0	2,5	0,012%
Média de I1							21,5 kWh, 7 horas	
Média de I2							23,5 kWh, 6,4 horas	

A variação de energia deslastrada entre as duas semanas deveu-se em exclusivo às condições meteorológico, com exceção das agências de Cortegaça e Oeiras – Cândido Reis, onde o deslastre nestas agências deu início só a meia da semana de 19 de dezembro. Esse fator (condições meteorológicas) é determinante, não só porque o número de horas deslastradas tem em conta essa condição, como também a existência da tecnologia *inverter* encontrada em máquinas VRV, fazendo com que o consumo de energia do AVAC varie consoante as necessidades de climatização.

Nas agências assinaladas com “*” o deslastre na semana de 26 de dezembro não aconteceu em alguns dias. Tal deveu-se à execução de planos de manutenção do AVAC por parte de entidades externas.

Como observado na Tabela 4.3, a energia deslastrada da agência de Santa Maria da Feira é muito baixa. Foi possível visitar esta agência, onde foi identificado que o equipamento de AVAC era recente, tendo cerca de 6 anos. Pelo *Kisense* pode verificar-se que os consumos de energia nesta agência eram muito baixos, existindo apenas um consumo superior ao início da manhã. Note-se que esta agência está localizada em zona climática I2.

Pela análise dos resultados verificou-se que a média de energia deslastrada nas agências localizadas em zona climática I2 é superior, mesmo para uma média de horas deslastrada inferior. Conclui-se assim que tal acontecerá devido ao fato do consumo de AVAC no inverno ser superior em zonas climáticas I2, dada à maior severidade do clima.

4.2. Monitorização dos sistemas AVAC

4.2.1. Análise de consumos pelo AVAC por zona climática

Foi feito um *ranking* das 5 agências com maior consumo específico de energia pelo AVAC por zonas climáticas de inverno e de verão. Para servir como referência, apresenta-se também o valor médio e o desvio padrão do consumo específico de todas as agências localizadas na zona climática em questão, assim como o consumo específico das duas agências energeticamente mais eficientes nessa zona climática.

Zona climática de inverno

Foram identificadas 84 agências em zona climática I1 e 30 em zona climática I2, não existe agências localizadas na zona climática I3.

Na Tabela 4.5 apresenta-se as agências com maior consumo específico de energia pelo AVAC no inverno para zonas climáticas de inverno I1

Tabela 4.5 Agências com pior consumo específico de energia pelo AVAC no inverno (período entre 21/12/2015 e 20/03/2016) em zonas climáticas I1

Agência	Área [m ²]	Tipologia	zona climático	Consumo AVAC [kWh/m ²]
RIO MAIOR	174,00	3	I1	23,4
LISBOA - ESTRADA DA LUZ	100,00	1	I1	23,3
SAMORA CORREIA - BENAVENTE	133,29	2	I1	20,6
ELVAS	132,00	2	I1	19,5
CARREGADO - ALENQUER	140,00	2	I1	19,3
MÉDIA				10,4
DESVIO PADRÃO (σ)				5,3
V. N. GAIA – ARRÁBIDA SHOPPING	156,45	2	I1	0,9
CHARNECA DA CAPARICA	394,00	3	I1	0,8

Nota: A agência de Vila Nova de Gaia – Arrábida Shopping situa-se no interior de um centro comercial. O AVAC é composto por ventiloconvectores alimentados pelo sistema centralizado do centro comercial.

Para a zona climática I1, observa-se valores bastante dispares, existindo um desvio padrão que é cerca de metade do valor da média. Não existe também uma relação linear com a tipologia, observando a mesma tipologia para a agência com maior e menor

consumo específico. Os valores de consumo específico das agências energeticamente mais eficientes apresentam ordem de grandeza diferente das energeticamente menos eficientes, levando a querer a existência um elevado potencial de poupança.

Na Tabela 4.6 apresenta-se as agências com maior consumo específico de energia pelo AVAC no inverno para zonas climáticas de inverno I2

Tabela 4.6 Agências com pior consumo específico de energia pelo AVAC no inverno (período entre 21/12/2015 e 20/03/2016) em zonas climáticas I2

Agência	Área [m ²]	Tipologia	zona climático	Consumo AVAC [kWh/m ²]
GRIJÓ - V N GAIA	162,00	2	I2	27,8
FÁTIMA - V N OURÉM	155,00	2	I2	25,0
VILA REAL	125,00	1	I2	20,7
CORTEGAÇA - OVAR	131,00	2	I2	20,7
CESAR - OLIVEIRA DE AZEMÉIS	138,00	2	I2	19,7
MÉDIA				13,6
DESVIO PADRÃO (σ)				5,9
PORTO DE MÓS	157,60	2	I2	4,8
MOZELOS	131,00	2	I2	3,8

Note-se que o índice de consumo vem em kWh/m² e é o resultado da razão entre o consumo total nos meses de inverno (período compreendido entre 21 de dezembro de 2015 a 20 de março de 2016) pela área da agência.

À semelhança do que se passa na zona climática I1, também se observam valores dispare, existindo um elevado desvio padrão em relação à média. Nota-se que o consumo específico máximo, mínimo e médio é superior em I2 comparativamente a I1, o que faz sentido uma vez que em I2 o clima é mais severo que em I1.

Zona climática de Verão

Para as zonas climáticas de verão foram identificadas 80 agências em zona climática V2 e 34 em zona climática V3, não existindo agências localizadas na zona climática V1.

Na Tabela 4.7 apresenta-se as agências com maior consumo específico de energia pelo AVAC no verão para zonas climáticas de verão V2.

Tabela 4.7 Agências com pior consumo específico de energia pelo AVAC no verão (período entre 21/06/2016 e 20/09/2016) em zonas climáticas V2

Agência	Área [m ²]	Tipologia	Zona climático	Consumo AVAC [kWh/m ²]
LISBOA - ESTRADA DA LUZ	100,00	1	V2	50,0
GRIJÓ - V N GAIA	162,00	2	V2	36,2
LISBOA - GRAÇA	215,00	3	V2	30,3
ERMESINDE - VALONGO	135,00	2	V2	29,6
BRAGA - CAMPO DA VINHA	230,00	3	V2	29,4
MÉDIA				15,6
DESVIO PADRÃO (σ)				7,6
VIANA DO CASTELO	199,00	3	V2	5,1
V N GAIA - ARRÁBIDA SHOPPING	156,45	2	V2	1,5

Nota: A agência de Vila Nova de Gaia – Arrábida Shopping situa-se no interior de um centro comercial. O AVAC é composto por ventiloconvectores alimentados pelo sistema centralizado do centro comercial.

Para as agências localizadas em zonas climáticas V2, nota-se um grande consumo específico de energia no período de verão, comparativamente ao consumo específico de energia de inverno, mesmo para a zona climática mais severa, I2.

Neste caso tem-se também valores muito dispares, com um desvio padrão também elevado em relação à média. Através da comparação entre o valor médio e os valores extremos, pode-se concluir que existe um maior número de agências com consumo específico inferior à média. Tal se justifica dada a diferença entre o valor máximo e médio de consumo específico, que é muito superior em relação à diferença entre o valor médio e mínimo de consumo específico.

Na Tabela 4.8 apresenta-se as agências com maior consumo específico de energia pelo AVAC no verão para zonas climáticas de verão V3.

Tabela 4.8 Agências com pior consumo específico de energia pelo AVAC no verão (período entre 21/06/2016 e 20/09/2016) em zonas climáticas V3

Agência	Área [m ²]	Tipologia	zona climático	Consumo AVAC [kWh/m ²]
ODIVELAS - ABREU LOPES	120,00	1	V3	43,5
SACAVÉM - REAL FORTE - LOURES	150,00	2	V3	40,4
FARO/ RNE ALGARVE	195,00	3	V3	37,4
TAVIRA	159,40	2	V3	35,0
TOMAR	192,00	3	V3	30,2
MÉDIA				21,6
DESVIO PADRÃO (σ)				9,0
ALMADA - PRAGAL	240,00	3	V3	9,0
CHARNECA DA CAPARICA	394,00	3	V3	1,3

Comparando os resultados obtidos conclui-se que a média de consumo é superior no verão, tanto para V2 como para V3, sendo esta última a que apresenta maior consumo médio específico de energia pelo AVAC. Em sentido oposto, é na zona climática I1 onde o consumo de energia específico médio é inferior, sendo cerca de metade do valor apresentado para a zona climática de V3.

Em todas as zonas climáticas, a diferença entre o valor máximo e mínimo é muito elevado, dando a entender a possibilidade de melhoria para todos os casos. Prova disso é o elevado valor de desvio padrão verificado também em todos os casos, indicando uma grande dispersão de valores.

No ANEXO B pode-se ter acesso à informação completa dos consumos específicos de energia pelo AVAC por estação para cada zona climática.

4.2.2. Agências selecionadas para análise detalhada

Tendo por base as agências identificadas no subcapítulo anterior e a proximidade das mesmas entre elas e a *VPS*, as agências visitadas acabaram por ser as descritas na Tabela 4.9 e Tabela 4.10.

Tabela 4.9 Agências selecionadas para análise detalhada na zona climática de inverno (período entre 21/12/2015 e 20/03/2016)

Agência	Área [m ²]	Tipologia	zonamento climático	Consumo AVAC [kWh/m ²]
GRIJÓ - V N GAIA	162,00	2	I2	27,8
FÁTIMA - V N OURÉM	155,00	2	I2	25,0
CORTEGAÇA - OVAR	131,00	2	I2	20,7
LISBOA - ESTRADA DA LUZ	100,00	1	I1	23,3

Tabela 4.10 Agências selecionadas para análise detalhada na zona climática de verão (período entre 21/06/2016 e 20/09/2016)

Agência	Área [m ²]	Tipologia	zonamento climático	Consumo AVAC [kWh/m ²]
ODIVELAS - ABREU LOPES	120,00	1	V3	43,5
SACAVÉM - REAL FORTE - LOURES	150,00	2	V3	40,4
LISBOA - ESTRADA DA LUZ	100,00	1	V2	50,0
GRIJÓ - V N GAIA	162,00	2	V2	36,2

4.2.3. Deficiências detetadas nas agências visitadas

Durante todas as visitas realizadas não foi possível ter a presença de equipas responsáveis pela manutenção dos sistemas de AVAC, dificultando assim a obtenção de informações adicionais sobre os equipamentos de AVAC existentes. Assim foi apenas possível recolher informações conseguidas visualmente.

No geral das agências visitadas, o tipo de climatização encontrado foi do tipo VRV (volume de refrigerante variável), constituído por uma unidade exterior de expansão direta e condensação a ar, localizadas ou dentro de agências em zonas técnicas, ou no topo do edifício, normalmente a 2 tubos. Quanto a unidades interiores, estas geralmente estão espalhadas pelos vários espaços da agência, localizadas no teto falso da mesma.

Agências com maior consumo específico no inverno.

Das agências visitadas com maior consumo específico de AVAC no inverno encontram-se as agências de Grijó, Fátima, Lisboa – Estrada da Luz e Cortegaça.

Foi possível identificar as unidades externas de AVAC em todas elas à exceção de Lisboa – Estrada da Luz. Nesta agência não foi identificado o acesso à unidade exterior, não sendo a mesma também identificada no topo do edifício. Foi apenas localizada a possível zona onde a mesma se poderia encontrar, Figura 4.1, identificado por uma grelha característica existente em zonas onde unidades exteriores costumam estar. Através de desenhos fornecidos pela Entidade Bancária, posterior à visita, foi possível confirmar a existência das unidades de condensadores nesse local.



Figura 4.1 Localização da unidade exterior de Lisboa – Estrada da Luz

Em relação às agências de Grijó, Fátima e Cortegaça, pode-se verificar que todas elas têm uma classificação climática de I2, fator que também influenciará os consumos de AVAC no inverno, uma vez que em teoria, estas agências se situam em climas mais severos, comparativamente a agências localizadas em zonas climáticas I1, exceção feita à agência de Lisboa – Estrada da Luz, que se localiza numa zona climática I1.

Quanto às soluções construtivas das envolventes, um aspeto comum verificado em todas elas era a fraca exposição solar das agências, não por falta de envidraçados, mas por os mesmos estarem virados a norte, ou sombreados por elementos construtivos. Contudo, a agência de Grijó e Lisboa – Estrada da Luz ainda conseguiam, ao contrário das outras agências, ter exposição solar da parte da manhã, uma vez ter a fachada principal virada a Este. Quer a fachada principal de Fátima, quer a de Cortegaça, apresentavam grande quantidade de envidraçados. No caso de Grijó, e Lisboa – Estrada da Luz os envidraçados eram menores, como se verifica na Figura 4.2.



Figura 4.2 Fachadas das agências de Cortegaça e Fátima em cima e da esquerda para a direita, e as agências de Grijó e Lisboa – Estrada da Luz em baixo da esquerda para a direita respetivamente

No que diz respeito a áreas, a agência de Lisboa – Estrada da Luz é a que tem menor área climatizada das quatro. Por outro lado, a agência de Grijó é a que possui maiores dimensões, muito por causa da existência de cave. Porém, a cave não é climatizada, sendo apenas ventilada.

É comum às agências de Grijó, Cortegaça e Fátima a antiguidade dos equipamentos de AVAC. Pode-se verificar que as máquinas de AVAC, nomeadamente as unidades externas, estavam datadas dos anos de 1995/1996, tendo, portanto, mais de 20 anos.

- Lisboa – Estrada da Luz

A agência de Lisboa – Estrada da Luz viu os seus consumos gerais de energia aumentados em janeiro de 2016. Este aumento deveu-se à remodelação de algumas zonas da agência, e adição de novos equipamentos, nomeadamente servidores e UPS. Com isto, foi adicionado uma unidade do tipo *Split* na sala dos servidores, uma vez ser necessário manter este tipo de zonas a temperaturas relativamente baixas. Apesar de existirem servidores em todas as agências visitadas, os mesmos eram em menor quantidade comparativamente com

a agência de Lisboa – Estrada da Luz, sendo só aqui identificada uma unidade *Split* própria destinada apenas para climatizar a respetiva sala.

Quanto a unidades interiores, como se encontravam nos tetos falsos, não foi possível a sua visualização.

- Agência de Fátima

Para além do equipamento VRV já ser antigo, pode verificar-se em Fátima que a existência de grandes envidraçados sempre sombreados (fachada de entrada e MB virada a Nordeste e lateral virada a Noroeste) poderá originar grandes perdas térmicas, e por consequência, ser razão de um grande consumo de energia para aquecimento, mesmo existindo aqui vidro duplo com caixa de ar.

Apesar do pé direito da agência de Fátima não ser elevado, foi identificado um controlador de temperatura com um *set point* demasiado elevado, nomeadamente 32°C, podendo isso ser sinónimo de alguma unidade terminal não estar a funcionar corretamente. Note-se que a visita foi realizada entre as 9 e 10 horas da manhã do dia 22-12-2016. Não foi possível verificar qual a temperatura ambiente da agência, contudo, e apesar de não existir desconforto térmico, e temperatura seria relativamente baixa. Tal facto foi referido pelos colaboradores da agência, mencionando a existência de dias em que sentem frio. Devido às unidades interiores estarem localizadas por cima do teto falso, não foi possível analisa-las. Na Figura 4.3 apresenta-se o estado do controlador no momento da visita. Como se verifica, o controlador da esquerda indica um *set point* de 23°C enquanto que o da direita apresenta 32°C.



Figura 4.3 *Set Point* de uma unidade interior de Fátima

- Agência de Cortegaça

Quanto à agência de Cortegaça, os envidraçados poderão também estar na origem de elevadas trocas térmicas do interior da agência para o exterior. Porém, os mesmos não apresentam tanta área como as da agência de Fátima.

Nesta agência de Cortegaça, a unidade externa localiza-se no terraço do topo do edifício, estando exposta ao meio ambiente. Dado que se trata de uma unidade com cerca de 20 anos, a mesma apresenta um estado de degradação superior às que se encontram resguardadas em zonas técnicas. Os revestimentos das tubagens do fluido apresentam um grande estado de degradação, contendo grandes rasgões que expõe os tubos onde passa o fluido frigorífero, como se verifica na Figura 4.4.



Figura 4.4 Estado de tubagens na agência de Cortegaça

- Agência de Grijó

Por fim, sobre a agência de Grijó, pelos indicadores apresentados anteriormente, esta será a agência mais crítica. Nesta agência, foi possível saber algumas características dos equipamentos de AVAC existentes, sendo possível verificar que o ventilador de ar novo apresenta uma potência nominal de 2,5 kW. Em comparação com outros ventiladores existentes nessa agência, e até ventiladores existentes noutras agências, este valor à partida, parece exagerado.

O tipo de difusores de insuflação de ar existentes no local, Figura 4.5, também não parecem ser os mais eficientes. Os mesmos contêm uma placa frontal, de modo a evitar a incidência direta, sobretudo de ar frio, nos ocupantes. Este sistema foi encontrado em todas saídas de insuflação de ar, acabando assim por aumentar a perda de carga de todo o sistema de ventilação.



Figura 4.5 Difusor de insuflação existente na agência de Grijó

Na agência de Grijó foi também identificado um gabinete que estava a ser climatizado sem estar a ser utilizado na altura da visita (aproximadamente 1 hora de visita). Salientar que este gabinete tem uma unidade interiores individual.

Agências com maior consumo específico no verão

Das agências identificadas como tendo os maiores consumos específicos de energia de AVAC no verão, foi possível visitar as agências de Lisboa – Estrada da Luz, Odivelas – Abreu Lopes, Sacavém e Grijó.

- Agência de Lisboa - Estrada da Luz

Quanto a agência de Lisboa - Estrada da Luz, como foi referido anteriormente, as máquinas de AVAC não foram identificadas. A razão de um elevado consumo de AVAC poderá prender-se pela presença de uma sala de servidores climatizada por uma unidade individual do tipo *Split*.

- Agência de Grijó

Em relação à agência de Grijó, já referida também anteriormente, as possíveis causas dos elevados consumos prendem-se pelo sobredimensionamento do ventilador de ar novo, difusores ineficazes, e a utilização de AVAC em gabinetes sem utilização.

Para os casos de Odivelas – Abreu Lopes e Sacavém, ambas se situam em zonas climáticas V3, sendo sinónimo de tempo severo no verão. Além disso, estas duas agências têm fachadas com envidraçados virados a sul, estando sujeitas a radiação solar direta durante quase todo o dia. Nestas agências foram também identificados sistemas VRV com cerca de 20 anos, apresentado já algum desgaste e degradação.

- Agência de Odivelas – Abreu Lopes

Na agência de Odivelas – Abreu Lopes foi identificado que os difusores poderão não ser os mais adequados para uma difusão eficiente do ar insuflado, havendo inclusive a possibilidade de “curto circuito” de ar entre a insuflação e a extração, como se mostra na Figura 4.6.



Figura 4.6 Difusor de insuflador na agência de Odivelas (imagem adaptada)

Existe também nesta agência um gabinete com uma unidade interior individual que se encontrava ligada no momento da visita. Apesar da visita ter sido realizada durante a manhã, este gabinete nunca foi utilizado, dando ideia do mesmo não ser usado de forma permanentemente.

- Agência de Sacavém

Quanto à agência de Sacavém, a existência de grandes envidraçados com uma enorme exposição solar será o razão principal para os elevados consumos no verão. Note-se que a fachada principal, e por consequência os envidraçados, se encontram orientados a Sul.

Ao contrário da agência de Odivelas – Abreu Lopes, em que o reclame é avançado em relação aos envidraçados, produzindo assim algum sombreamento, a agência de Sacavém não possui esse tipo de sombreamento, estando a área toda dos envidraçados

exposta à radiação solar durante todo o dia. Os envidraçados desta agência estão equipados apenas com sombreamento pelo interior, através de persianas.

Existem apenas três unidades terminais interiores nesta agência, sendo que duas delas estão destinadas a climatizar individualmente os dois gabinetes existentes na agência. A outra, por consequência, é responsável por climatizar o amplo espaço de atendimento aos clientes. À semelhança de outras agências visitadas, também aqui não foi possível ver o estado das unidades interiores. Porém, como todo o espaço de atendimento está a ser climatizado apenas por uma unidade interior, conclui-se a que mesma será de dimensões consideráveis, sendo essencial o correto funcionamento da mesma para que não haja consumos exagerados de energia.

4.2.4. Medidas de melhoria nas agências visitadas

Apresenta-se seguidamente algumas medidas de melhoria capazes de mitigar alguns dos aspetos responsáveis pelos elevados consumos de energia pelas agências visitadas.

Como verificado em todas as agências visitadas, os equipamentos de AVAC existentes, nomeadamente as unidades de expansão direta VRV, apresentavam idades na ordem dos 20 anos. Seria interessante fazer uma pesquisa de mercado, de modo a identificar possíveis alternativas mais eficientes e cujo *payback* fosse atrativo.

Existe também algumas agências onde foi identificada a existência de espaços individuais (gabinetes) com unidades individuais próprias, a serem climatizadas sem ocupação frequente. Seria ideal climatizar estes espaços apenas quando utilizados, de modo a evitar situações em que o gabinete está a ser climatizado mesmo que não venha a ser utilizado até ao final do dia.

- Fátima

Esta agência apresenta consumos elevados de AVAC no inverno. Como verificado na visita, existe um controlador de temperatura definido para 32°C. Propõem-se então a localização e monitorização do funcionamento da unidade interior correspondente de modo e verificar se a mesma se encontra nas melhores condições.

- Cortegaça

Em Cortegaça, a unidade VRV é localizada no topo do edifício ao ar livre. Foi identificado o mau estado do isolamento da tubagem de fluido frigorífero. Assim, propõem-se a substituição do mesmo.

- Grijó

Esta agência apresenta consumos de energia específicos de AVAC elevados quer no inverno quer no verão. Foi identificado que o ventilador de ar novo tinha uma potência nominal demasiado elevada em comparação com outros ventiladores encontrados em outras agências levando a querer o possível sobredimensionamento do mesmo. O facto de os difusores não parecerem os mais eficientes e, portanto, com elevada perda de carga, poderá também levar à necessidade de uma maior potência de ventilação. Propõem-se assim a mudança do esquema de insuflação de ar, e a instalação de um novo ventilador mais eficiente.

- Odivelas – Abreu Lopes

Quanto à agência de Odivelas, quer o tipo de difusores, que a direção com que insuflam o ar, não parecem ser as melhores, existindo difusores apontados para grelhas de retorno. Propõe-se então a troca de difusores, assim como a alteração da sua localização.

De modo a diminuir a exposição solar, e dado o sombreamento artificial na parte superior dos envidraçados devido à varanda do andar cima do prédio (ver Figura 4.7), propõem-se baixar os painéis publicitários, aumentando assim o sombreamento provocado pelos mesmos.



Figura 4.7 Proposta de sombreamento na agência de Odivelas

- Sacavém

Na agência de Sacavém, a exposição solar é determinante para o elevado consumo de energia pelo AVAC no verão. Aqui, dado que a climatização de todo o espaço de atendimento ao público é realizada por apenas uma unidade interior, interessa perceber se a mesma funciona nas melhores condições, pois o contrário iria levar não só a uma má climatização de todo o espaço de atendimento ao público como também a um aumento de consumo da máquina de VRV.

Note-se que algumas das medidas sugeridas anteriormente carecem de validação por simulação dinâmica, sendo só assim possível determinar a viabilidade das mesmas.

4.3. Monitorização dos sistemas de iluminação

4.3.1. Agências mais consumidoras

As agências com valores mais elevados de consumo específico de energia para iluminação são as que se apresentam na Tabela 4.10. Na mesma pode também ser consultado o valor médio de consumo específico de energia para iluminação das agências válidas, (agências com pelo menos 75% de dados mensais) assim como o desvio padrão e as duas agências com menores consumos específicos. No Anexo C é possível encontrar a listagem das agências todas com o consumo específico de energia para iluminação correspondente.

Tabela 4.11 Consumo anual específico de energia pela iluminação nas agências mais consumidoras

Agência	Área [m ²]	Tipologia	Consumo iluminação [kWh/m ²]
MOZELOS - SANTA MARIA DA FEIRA	131,00	2	75,9
LISBOA - ESTRADA DA LUZ	100,00	1	63,9
SANTA MARIA DA FEIRA	195,50	3	62,5
LISBOA – PARQUE EUROPA	170,00	3	60,9
ERMESINDE - VALONGO	135,00	2	53,9
LISBOA – PARQUE DAS NAÇÕES	140,00	2	51,5
AVEIRO - LOURENÇO PEIXINHO	292,00	3	50,3
FELGUEIRAS	106,00	1	47,0
VIANA DO CASTELO	199,00	3	43,9
ODIVELAS - ABREU LOPES	120,00	1	42,6
MÉDIA			30,9
DESVIO PADRÃO (σ)			10,4
MONTIJO	268,80	3	14,4
MOREIRA DA MAIA	340,00	3	14,0

Neste caso, o índice de consumo diz respeito à razão entre o consumo total anual correspondente à iluminação e a área.

De acordo com a Tabela 4.10, pode-se observar que as agências mais consumidoras de energia pela iluminação estão muito acima da média, apresentando índices específicos superiores ao dobro da média. Facto que também se pode observar através do elevado valor de desvio padrão, indicando uma elevada dispersão nos dados. Na Figura 4.11 pode-se observar a distribuição normal não padronizada para o consumo de energia específico pela iluminação nas várias agências.

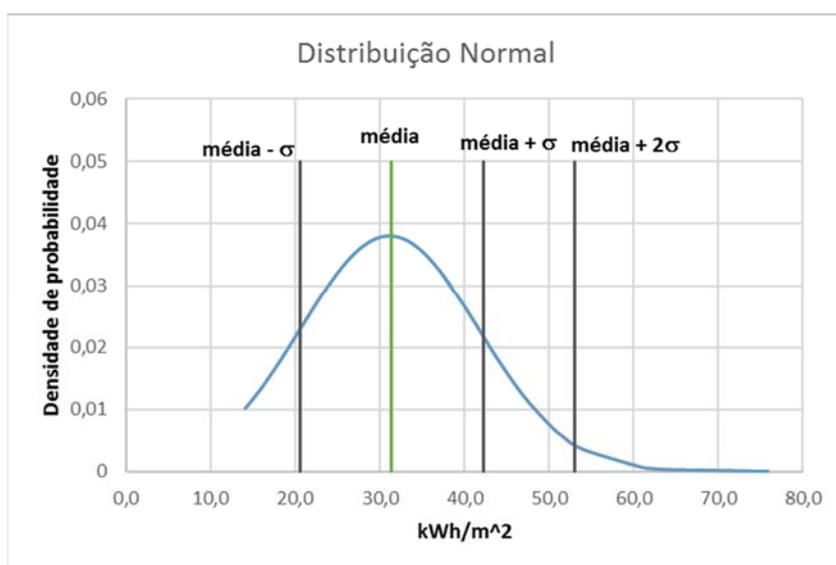


Figura 4.8 Distribuição de probabilidades dos consumos específicos de energia pela iluminação

Através de cálculos efetuados com recurso ao *software Excel*, foi possível verificar que a percentagem de agências com o consumo específico de iluminação superior à média é de 47,6%, correspondendo a 51 agências num universo de 105. Verificou-se também que apenas 9,7% das agências totais tem um consumo específico superior à $média + \sigma$, correspondendo a 10 agências, sendo que metade dessas apresenta consumos superiores à $média + 2\sigma$, representando o total de 5 agências. Pode-se concluir assim que, apesar do elevado desvio padrão causado pela grande dispersão de valores, este acontece pela existência de um conjunto pequeno de agências com um consumo específico muitíssimo elevado, e não pela existência de muitas agências com consumos fora da média.

4.3.2. Problemas detetados nas agências visitadas

Das agências listadas na Tabela 4.10, foi possível visitar as agências de Mozelos, Lisboa – Estrada da Luz, Santa Maria da Feira e Odivelas – Abreu Lopes.

Nestas agências, os problemas mais comuns encontrados são o elevado número de luminárias, e o mau aproveitamento de iluminação natural. Porém, como é caso de Santa Maria da Feira, o não aproveitamento da iluminação natural deve-se à existência de colaboradores a trabalhar de costas voltadas para os envidraçados, baixando assim as persianas de modo evitar reflexos no ecrã do computador, diminuindo por consequência a entrada de luz natural.

Nas várias agências visitadas, foi também identificada iluminação destinada apenas para fins publicitários, estando este tipo de iluminação muitas vezes ligada vinte e quatro horas por dia. Ver Figura 4.9.

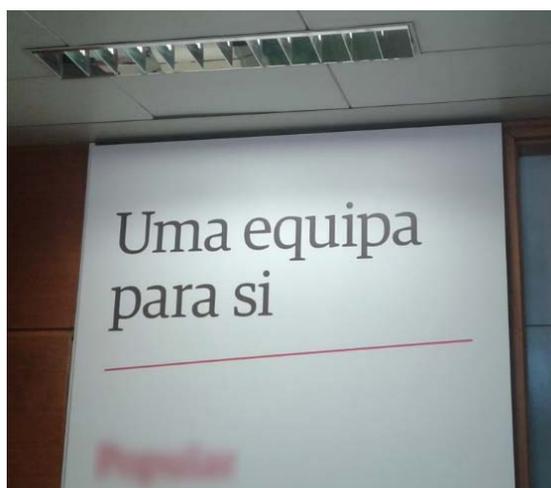


Figura 4.9 Iluminação para fins publicitários

Nas agências visitadas foi possível também identificar espaços onde, apesar da utilização ser pontual, a iluminação permanece ligada durante a maior parte do tempo. Isto deve-se ao facto de o controlo da iluminação ser manual, por interruptores, e os mesmos ficarem ligados por esquecimento.

Existem agências onde foi possível identificar iluminação artificial indireta, como por exemplo nas agências de Mozelos e de Odivelas – Abreu Lopes. Na Figura 4.10, pode-se ver um exemplo de iluminação indireta encontrada nesta última.

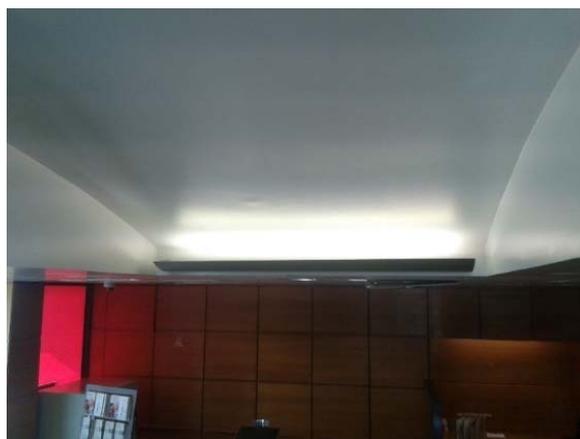


Figura 4.10 Exemplo de iluminação indireta encontrada

O tipo de iluminação mais frequentemente encontrada nas agências foi do tipo fluorescente tubular T8, de 18W. Na Figura 4.11 segue um exemplo deste tipo iluminação.



Figura 4.11 Exemplo de iluminação encontrada normalmente nas agências

Apesar deste tipo de iluminação já ter algum grau de eficiência, como são usadas em elevado número e durante grande parte do dia, poderá compensar a sua substituição por lâmpadas mais eficientes, como lâmpadas LED.

4.3.3. Proposta de medidas de melhoria

No geral, e não só nas agências visitadas, existem espaço usados apenas pontualmente, como gabinetes, salas de arquivos, sala de cofre e instalações sanitárias. Propõem-se para estes espaços a colocação de sensores de presença. Assim, para além de melhorar a comodidade da utilização do espaço, evita que a iluminação fique ligada por eventuais esquecimentos.

Por exemplo, no momento da visita à agência de Lisboa – Estada da Luz, as luzes das instalações sanitárias foram encontradas ligadas sem as mesmas estarem a ser utilizadas. Um estudo realizado para aplicação de um sensor de presença, refere que o mesmo teria um *payback* simples de 10 meses (sem considerar mão de obra). Para o estudo foi considerado o tempo de funcionamento da iluminação do WC de 5 horas sem sensor e de 1 hora com sensor. Foram também considerados 251 dias uteis. Na Tabela 4.12 é apresentada a informação necessária à realização do estudo

Tabela 4.12 Informação necessária à realização do estudo de colocação de sensores de presença

		Quantidade	Potência [W]	Horas de func.
s/sensor	Fluorescente compacta PL-L 840/4P	3	24	5
c/sensor	Fluorescente compacta PL-L 840/4P	3	24	1

Assim, e por forma a calcular a poupança originada pela aplicação do sensor, efetuaram-se os seguintes cálculos:

$$\text{Consumo sem sensor em [kWh]} = \frac{3 * 24 * 5 * 251}{1000} = 90,4$$

$$\text{Consumo com sensor em [kWh]} = \frac{3 * 24 * 1 * 251}{1000} = 18,1$$

$$\text{Poupança em [kWh]} = 90,4 - 18,1 = 72,3$$

Usando uma tarifa ponderada de 0,1357 euros, foi possível obter uma poupança monetária de 9,81 euros anuais. Uma vez encontrado no mercado um sensor de movimento pelo valor de 7,83 s/IVA, tem-se um *payback* simples de 10 meses.

Note-se que para o caso de estudo anterior, o número de lâmpadas é muito reduzido. No geral das agências visitadas, o número de lâmpadas encontrado foi superior a esse. Assim, estima-se que esta medida aplicada a outras agências, nos mais diversos locais de utilização pontual, originaria a *payback* simples inferior ao calculado anteriormente.

Nas agências visitadas, foram identificados locais de passagem onde a iluminação artificial parecia excessiva, como o verificado na agência de Mozelos. Propõem-se assim reduzir a iluminação nesses locais.

Como referido anteriormente, há agências onde existe casos de iluminação artificial indireta em zonas de passagem. Assim, e caso seja possível, propõem-se a eliminação deste tipo de iluminação ou substituindo-a, por exemplo, por iluminação artificial direta com a utilização de lâmpadas de menor potência.

Foi realizado um estudo de substituição de lâmpadas para as 4 agências visitadas com maior consumo de energia específico pela iluminação mencionadas anteriormente. Para tal, foi feito um levantamento do número e tipo de lâmpadas em funcionamento nas agências aquando da visita. Foi também realizada uma estimativa das horas de funcionamento para cada tipo de lâmpadas, consoante a utilização do local onde a mesma se encontrava.

O estudo consistiu na troca direta da iluminação existente por iluminação LED equivalente. A poupança anual de energia foi obtida através da diferença entre consumo de energia do sistema atual de iluminação artificial e o consumo após adoção de sistemas de iluminação mais eficientes. Posteriormente foi calculado o custo dessa poupança, utilizando uma tarifa média ponderada da agência correspondente. Por fim é calculado o valor do investimento e o *payback* simples. Note-se que o investimento foi calculado tomando como referência valores utilizados em outros projetos efetuados pela *VPS*.

No ANEXO D encontra-se descrita a iluminação existente nas agências visitadas, assim como o estudo realizado. O mesmo teve sempre por base encontrar o *payback* mais favorável, tentando sempre substituir o tipo de iluminação mais encontrado e com mais horas de funcionamento. Sendo as lâmpadas T8 as que mais existem no interior das agências visitadas, acabaram por ser estas as mais sugeridas para substituição.

O *payback* obtido nas várias agências não depende apenas do consumo específico pela iluminação de cada uma delas. O tipo de lâmpadas encontradas nas agências é um fator decisivo no retorno do investimento. Assim, o *payback* poderá ser melhor ou pior consoante o preço das soluções de substituição encontradas no mercado.

Os *payback* alcançados para os vários estudos são atrativos, rondando valores entre 1 e 2 anos. No entanto não são considerados custos de mão de obra no estudo, facto que aumentará estes valores. A agência de Santa Maria da Feira, apresenta um *payback* mais elevado, sendo o mesmo de 2 anos e meio. Tal deve-se ao preço da iluminação LED encontrado no mercado, equivalente à selecionada na agência para substituição, (Fluorescente compacta PL-L 36W/840/4P). Neste caso não existe referência por parte da *VPS* para a troca deste tipo de iluminação.

As poupanças de energia conseguidas através da substituição de iluminação rondam valores entre os 40 a 60% do valor total atualmente consumido para a iluminação.

Assim, na Tabela 4.12 expõe-se as sugestões efetuadas para as agências visitadas com maiores consumos específicos de energia pela iluminação.

Tabela 4.13 Propostas de substituição de iluminação nas agências visitadas

Tipo de Lâmpada		Pot. [W]	Nº	horas func.
Mozelos				
Atual	Fluorescente tubular T8 18W	18	79	10
Proposta	Lâmpada 8W/840 T8 230V 600MM CorePro LEDTube Glass	8	79	10
Atual	Fluorescente tubular T8 36W	36	13	10
Proposta	Lâmpada 16W/840 T8 230V 600MM CorePro LEDTube Glass	16	13	10
Atual	Fluorescente tubular T8 58W	58	4	10
Proposta	Lâmpada 20W/840 T8 230V 600MM CorePro LEDTube Glass	20	4	10
Lisboa- Estrada da Luz				
Atual	Fluorescente tubular T8 18W	18	68	10
Proposta	Lâmpada 8W/840 T8 230V 600MM CorePro LEDTube Glass	8	68	10
Santa Maria da Feira				
Atual	Fluorescente compacta PL-L 840/4P	36	81	10
Proposta	Led 15 W PL-L 2G11 LED Lamp	15	81	10
Odivelas – Abreu Lopes				
Atual	Fluorescente tubular T8 18W	18	54	10
Proposta	Lâmpada 8W/840 T8 230V 600MM CorePro LEDTube Glass	8	54	10
Atual	Fluorescente tubular T8 58W	58	4	10
Proposta	Lâmpada 20W/840 T8 230V 600MM CorePro LEDTube Glass	20	4	10

Comparando os valores do consumo de energia de iluminação obtidos pelo algoritmo e pela estimativa com base no levantamento de iluminação, (apresentados também no ANEXO D) pode-se concluir que não existe diferenças significativas entre os mesmos, verificando-se um erro relativo máximo de 10% para as agências estudadas.

5. CONTINUAÇÃO DOS TRABALHOS DE ANÁLISE ENERGÉTICA

Na continuidade do trabalho realizado no âmbito do presente estágio, são sugeridos neste capítulo possíveis estudos a realizar no futuro, tendo em vista o aumento de eficiência energética.

Assim, e começando pelo deslastre de cargas, seria interessante fazer uma análise direcionada aos equipamentos de AVAC, por forma a avaliar o impacto que a ação de desligar e ligar estes sistemas tem sob os mesmos. Seria também interessante relacionar o decréscimo dos parâmetros de conforto provocadas pelo deslastre com as características construtivas das agências, assim como a zonas climáticas onde a mesmas se inserem.

Sobre a análise aos sistemas de AVAC, a simulação dinâmica será sempre um estudo futuro e possível de realização. Através dela poderá estudar-se não só a substituição dos atuais equipamentos de AVAC por equipamentos mais eficientes, assim como também analisar as soluções construtivas da envolvente das agências.

Quanto ao sistema de iluminação, o passo seguinte poderá passar pela realização de análises com recursos a *softwares* específicos. Assim, para além de se poder identificar as soluções mais eficientes para cada caso, também se garantirá uma iluminação adequada a cada espaço, evitando zonas de défice ou excesso de iluminação.

6. CONCLUSÕES

O presente trabalho decorreu sob a forma de estágio em ambiente empresarial, permitindo assim perceber de uma forma concreta o trabalho realizado por um gestor de energia, assim como ter contacto com projetos reais de elevadas dimensões.

O trabalho realizado teve como principal objetivo a identificação de oportunidades de melhoria de eficiência energética num conjunto de agências pertencentes a uma determinada Instituição Bancária. Devido à análise envolver um número considerado de espaços (114 agências), espalhadas por Portugal continental e com áreas de pavimento distintas, houve necessidade de normalizar valores, recorrendo para isso a indicadores. Neste sentido foram utilizados dois indicadores, o de tipologia, (classificando as agências por classes consoante a sua área de pavimento) e o consumo específico de energia (kWh/m^2), sendo este último essencial para criar *rankings* de agências, comparar valores extremos com valores médios e perceber a dispersão de resultados através do desvio padrão.

Em relação aos consumos de energia pelos sistemas de AVAC, foi efetuada a separação do consumo específico de energia por zona climática, o que permitiu concluir que este consumo é superior na estação de verão, qualquer que seja a zona climática. Este facto é corroborado pela bibliográfica consultada, uma vez que uma agência bancária é um espaço caracterizado pela existência de uma elevada carga térmica, devida à presença de um número elevado de ocupantes, assim como um elevado número de equipamentos informáticos. Verificou-se a existência de um número elevado de agências com valores de consumo de energia pelo AVAC muito dispares em relação à média. Assim é possível concluir que existe potencial de melhoria de eficiência energética em muitas agências em relação ao AVAC.

Foram identificados vários problemas nas agências visitadas, tais como equipamentos já com alguma idade, isolamentos de tubagens do fluido frigorigéneo degradadas, ventiladores possivelmente sobredimensionados, difusão de ar desadequado, (originando curto-circuitos de ar), grande exposição solar por parte dos vãos envidraçados e *setpoint* de AVAC demasiado elevados. Como medidas de eficiência energética, foram propostas substituição de isolamentos de tubagem degradados, distribuição estratégica da publicidade nos vãos envidraçados (com objetivo de diminuir a entrada de radiação solar direta no verão, mas permitindo-a no inverno) e otimização de *setpoints*. Outras medidas de

maior investimento também podem ser aplicadas, como a substituição de equipamento, como unidades VRV, unidades interiores, ventiladores e difusores de ar.

Quanto à iluminação, existe uma grande dispersão de consumos específicos, dado o elevado valor de desvio padrão. Porém, uma análise mais aprofundada através da distribuição de probabilidade permitiu concluir que o número de agências onde o consumo de energia específico respeitante à iluminação foi considerado elevado não é assim tão significativo, representando apenas 9,7% (10 agências) do número total de agências consideradas para este estudo. Metade destas apresentam consumos específicos de energia pela iluminação considerados muito elevados.

Nas visitas realizadas pode-se observar a existência de um número muito elevado de lâmpadas por agência, iluminação indireta e existindo espaços onde a iluminação parecia excessiva. Foram também identificados espaços onde a iluminação ficava acesa apesar da utilização pontual. Como medidas de baixo custo propõe-se assim aproveitar ao máximo a entrada de iluminação natural, (mas sem permitir a entrada de radiação solar direta no verão), a colocação de sensores de presença em espaços de utilização pontual, e a eliminação de iluminação indireta. Outras medidas de maior investimento passarão pela troca de sistema de iluminação, assim como a simulação do mesmo recorrendo a *softwares* específicos. Foram realizados alguns estudos de troca direta de iluminação para iluminação mais eficiente nas agências visitadas. Foi possível obter *payback* simples de 1 a 2 anos, para reduções de consumo de energia de iluminação na ordem dos 40 a 60%.

Da análise realizada a outros tipos de equipamentos existentes nas agências, foi identificado uma grande percentagem de consumo de energia de equipamentos em *standby*, havendo também aí um grande potencial de poupança energética.

No que toca a deslastre de cargas do AVAC, este processo foi executado tendo em vista a obtenção de poupanças a curto prazo, sendo esse objetivo cumprido com uma poupança monetária calculada de 157,54 euros. Foi possível concluir que a energia deslastrada depende sobretudo da potência do sistema de AVAC e das condições climatéricas. Assim, é espetável a influência da zona climática na quantidade de energia poupada. Tal comprova-se pelos resultados obtidos, verificando-se um valor médio maior de poupança de energia nas agências situadas em zonas climáticas I2, mesmo deslastrando um número médio menor de horas do que nas agências situadas em zonas climáticas I1.

Em suma, todo o trabalho desenvolvido neste estágio foi enriquecedor. Do ponto de vista do autor, este trabalho permitiu dar a conhecer a realidade existente nas agências bancárias no que concerne a consumos energéticos, e com que medidas de eficiência energética os mesmos podem ser diminuídos. Foi também enriquecedor toda a experiência adquirida na área de gestão de energia proporcionada pelo estágio. Do ponto de vista da empresa, este trabalho foi também uma mais valia, permitindo ter uma análise mais concreta do estado de cada uma das agências monitorizadas. Os resultados obtidos permitem definir um plano de implementação de medidas com objetivo de obtenção de poupança energéticas.

7. REFERÊNCIAS

- Abubakar, I., S.N. Khalid, S.N., Mustafa, S M.W., Shareef H., Mustapha, M., (2016) “Application of load monitoring in appliances’ energy management – A review”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 67, pp. 235-245.
- ADENE (2016a), Certificação Energética e Ar Interior em Edifícios. Acedido a 29 de dezembro de 2016, em <http://www.adene.pt/sce/o-que-e-1>
- ADENE (2016b), Certificados energéticos emitidos por classe energética para edifícios de comércio e serviços (Requisitos 2013). Acedido a 29 de dezembro de 2016, em <http://www.adene.pt/indicador/certificados-energeticos-emitidos-por-classe-energetica-para-edificios-de-comercio-e-0>
- ADENE, (2012) “Guia de Eficiência Energética” Acedido a 6 de janeiro de 2017, em <http://www.adene.pt/parceiro/guia-de-eficiencia-energetica>
- Alfredo, J., Machado, L., Ruas, A., Koury, R., (2010), “Metodologia para Análise da Qualidade na Manutenção de ar Condicionado. VI Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, Campina Grande, Paraíba, Brasil, 18-21 de agosto de 2010.
- Bernardo, J. (2015), “Estratégia para a Eficiência Energética nos Edifícios Públicos – LNEG” Acedido a 29 de dezembro de 2016, em http://www.lneg.pt/download/10887/DGEG_REPublic_ZEB%2011dez2015.pdf
- Chih-Hsuan Tsuei, Jui-Wen Pen, and Wen-Shing Sun, "Simulating the illuminance and the efficiency of the LED and fluorescent lights used in indoor lighting design," *Opt. Express* 16, 18692-18701 (2008).
- Coimbra, M. “A Importância da Monitorização e da Gestão de energia na Industria” ISA Acedido a 30 de dezembro de 2016. <http://flowtech.pt/pt/importancia-da-monitorizacao-gestao-energia-na-industria/>
- Cota, Sandra, (2014), “Análise Energética de um Edifício Publico”, Dissertação de mestrado em Energias Renováveis e Eficiência Energética, instituto Politécnico de Bragança, junho de 2014.
- Darby, S. (2001), “Making it Obvious: Designing Feedback into Energy Consumption”, *Energy Efficiency in Household Appliances and Lighting*, pp 685-696.
- Decreto-Lei 118/2013, (2013), SCE - Sistema Nacional de Certificação Energética dos Edifícios de habitação, de comércio e de serviços. Ministério da economia e do emprego, Diário da República, nº159, série nº 1 de 20 de agosto de 2013.
- Decreto-Lei nº68-A/2015, (2013), Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia, Diário da Republica, nº84, série nº 1 de 30 de abril de 2015.
- Despacho (extrato) n.º 15793-F/2013, Diário da República, nº234, série nº2 de 3 de dezembro de 2013.

- DGEG (2016), ENERGIA em Portugal 2014. Direcção Geral de Energia e Geologia, março de 2016. Acedido a 5 de fevereiro de 2017, em http://www.apren.pt/fotos/newsletter/conteudos/energia_em_portugal_2014_dgeg_1459441498.pdf
- DGEG, (2016b), “Iluminação” Acedido a 4 de janeiro de 2017, em <http://www.dgeg.pt/>
- DGEG, (2017a) “Áreas Sectoriais, Edifícios” Acedido a 5 de janeiro de 2017, em <http://www.dgeg.pt/>
- Diretiva 2002/91/CE (2002). Diretiva do Parlamento Europeu e do Conselho de 16 de dezembro de 2002 relativa ao desempenho energético dos edifícios.
- Diretiva 2010/31/UE (2010). Diretiva do Parlamento Europeu e do Conselho de 19 de maio de 2010 relativa ao desempenho energético dos edifícios.
- Diretiva 2012/27/EU (2012). Diretiva do Parlamento Europeu e do Conselho de 25 de outubro de 2012 relativa à eficiência energética que altera as Diretivas 2009/125/CE e 2010/30/EU e revoga as Diretivas 2004/8/CE e 2006/32/CE.
- EDP, (2016), “Soluções de Eficiência PME, Gestão de Consumos” Acedido a 30 de dezembro de 2016 em, https://energia.edp.pt/media/112646/gestaoconsumos_edp_pme.pdf
- ERSE, (2014), “Regulamento de Operações das Redes do Sector Elétrico”
- Galp, (2017), “Compensação do Fator de Potência, acedido a 1 de fevereiro de 2017 em, <http://www.galpennergia.com/PT/ProdutosServicos/Eletricidade-Gas-Natural-Livre/Industria/Documents/Compensacao-do-Fator-Potencia.pdf>
- Gomes, P. (2012) “Sistema de Monitorização de Energia Elétrica” - Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Electrotécnica e de Computadores, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, dezembro de 2012.
- Hager, (2016), “Deslastradores” Acedido a 30 de dezembro de 2016, em <http://www.hager.pt/produtos-e-catalogue/aparelhagem-mural-+-automatismos/gestao-de-energia/deslastradores/deslastradores/4273.htm>
- Heinemeier, K., Hunt, M., Hoeschele, M., Weitzel, E., Close, B., (2012), “Uncertainties in Achieving Energy Savings from HVAC Maintenance Measures in the Field”, ASHRAE Conference Paper, San Antonio TX, June 2012.
- INE e DGEG. (2011), “Inquérito ao Consumo de Energia no Sector Doméstico 2010” acedido a 19 de dezembro de 2016, em https://www.ine.pt/ngt_server/attachfileu.jsp?look_parentBoui=127228533&att_display=n&att_download=y.
- IPMA, (2016), Instituto Português do Mar e da Atmosfera. Acedido pela ultima vez em 29 de dezembro de 2016, em <https://www.ipma.pt/pt/>
- Lei nº 21/2010, Diário da República, nº163/2010, série nº1 de 23 de agosto de 2010.
- Louçano, Nelson Ramos, (2009), “Eficiência energética em edifícios: Gestão de sistemas iluminação” Relatório de estágio para a obtenção do Grau de Mestre em

- Engenharia Industrial ramo Engenharia Electrotécnica, Instituto Politécnico de Bragança, novembro de 2009.
- Mendes, Vitor Gouveia Pereira, (2011), “Quantificação do coeficiente de transmissão térmica de vãos envidraçados”. Dissertação de mestrado em Engenharia Civil – Especialização em Construções, Faculdade de Engenharia da Universidade do porto, março de 2011
- Premium Power, (2016), “Power Monitoring” Acedido a 30 de dezembro de 2016 em <http://www.premium-power.com/single-service/power-monitoring-systems/>
- Schneider-Electric, (2010), “Guia de Soluções de Eficiência Energética”, Brochura “Make the most of your Energy Guia de soluções de Eficiência Energética”, acedida em 29 de dezembro de 2016 em http://www.schneider-electric.pt/pt/download/document/PT_Guia_Solu%C3%A7%C3%B5es_EficienciaEnergetica/
- Schneider-Electric, (2016), “Power Monitoring Expert 8.0” Acedido a 30 de dezembro de 2016, em <http://www.schneider-electric.pt/pt/product-range/62919-power-monitoring-expert-8-0/?parent-category-id=4100>
- Silva, P., (2011), “Manutenção Proactiva de Sistemas AVAC com recurso aos Sistemas Inteligentes Multiagente”, Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, dezembro de 2011)
- WiseMetering, (2016) “WiseMetering Energy Management Platform - Funcionalidades” Acedido a 30 de dezembro de 2016, em <http://about.wisemetering.com/conhecer/funcionalidades>

ANEXO A – RESULTADO DO ESTUDO PRELIMINAR ÀS AGÊNCIAS

Agência	Área [m ²]	Tip.	Consumo últ 12 meses [kwh]*	[kWh/m ²] ulti 12 meses*	altitude	zona climático	GD	T ext. Verão [°C]
ABRANTES	180,00	3	19 048,0	105,8	132	I1 V3	1283,2	22,4
ÁGUAS SANTAS - MAIA	172,00	3	30 239,3	175,8	140	I2 V2	1323,6	20,9
ÁGUEDA	365,00	3	31 201,9	85,5	20	I2 V2	1304,0	20,7
AIRÃES - FELGUEIRAS	180,00	3	25 902,8	143,9	249	I2 V2	1456,4	21,6
ALBARRAQUE - SINTRA	175,00	3	24 233,7	138,5	170	I1 V2	1174,7	21,1
ALBUFEIRA	262,00	3	22 175,7	84,6	47	I1 V3	810,6	23,1
ALGÉS - OEIRAS	448,00	4	29 796,2	66,5	12	I1 V3	906,1	22,7
ALMADA - PRAGAL	240,00	3	24 801,7	103,3	68	I1 V3	1076,5	22,7
ALMEIRIM	184,20	3	27 342,1	148,4	20	I1 V3	991,9	23,4
ALVERCA - VILA FRANCA DE XIRA	190,60	3	26 022,1	136,5	16	I1 V3	912,9	22,6
AMADORA - GONÇALVES RAMOS	200,00	3	29 100,6	145,5	137	I1 V2	1118,6	21,4
ARRIFANA - SANTA MARIA DA FEIRA	241,00	2	31 941,7	132,5	243	I2 V2	1467,0	20,8
AVEIRO - CACIA	131,00	2	17 260,0	131,8	27	I2 V2	1311,7	20,6
AVEIRO - LOURENÇO PEIXINHO	292,00	3	36 380,8	124,6	12	I1 V2	1295,2	20,7
BALTAR - PAREDES	247,00	3	20 645,7	83,6	301	I2 V2	1539,6	21,5
BARCELOS	156,00	2	26 882,6	172,3	41	I2 V2	1322,0	21,1
BEJA	150,00	2	23 155,9	154,4	280	I1 V3	1168,0	24,7
BOMBARRAL	165,00	2	20 237,3	122,7	43	I1 V2	1041,8	21,0
BRAGA - CAMPO DA VINHA	230,00	3	38 229,0	166,2	190	I2 V2	1515,7	20,6
BRAGA - VISCONDE DO RAI	134,40	2	25 732,9	191,5	185	I2 V2	1509,2	20,7
CACÉM - BONOS AMIGOS - SINTRA	221,00	3	17 838,9	80,7	135	I1 V2	1115,2	21,4
CALDAS DA RAINHA	189,00	3	16 442,7	87,0	63	I1 V2	1085,8	21,0
CANEDO - SANTA MARIA DA FEIRA	167,00	2	28 585,2	171,2	218	I2 V2	1432,0	20,8
CANTANHEDE	140,00	2	15 923,2	113,7	63	I1 V2	1300,0	20,9
CARREGADO - ALENQUER	140,00	2	22 611,9	161,5	20	I1 V2	991,2	21,0
CASCAIS - BAIRRO DA ASSUNÇÃO	230,00	3	34 166,7	148,6	60	I1 V3	987,7	22,2
CESAR - OLIVEIRA DE AZEMÉIS	138,00	2	21 204,7	153,7	335	I2 V2	1595,8	20,5
CHARNECA DA CAPARICA - ALMADA	394,00	3	24 075,9	61,1	74	I1 V3	1085,5	22,7
COIMBRA - FERNÃO MAGALHÃES	145,00	2	16 108,5	111,1	23	I1 V2	1260,0	20,9
CORTEGAÇA - OVAR	131,00	2	22 237,9	169,8	38	I2 V2	1323,8	20,6

Agência	Área [m ²]	Tip.	Consumo últ 12 meses [kwh]*	[kWh/m ²] ulti 12 meses*	altitude	zona climático	GD	T ext. Verão [°C]
COVILHÃ	140,00	2	19 783,0	141,3	470	I2 V3	1635,2	22,7
ELVAS	132,00	2	23 110,7	175,1	283	I1 V3	1265,4	24,5
ERMESINDE - VALONGO	135,00	2	23 958,7	177,5	116	I1 V2	1285,2	20,9
ESPINHO	150,00	2	13 852,0	92,3	22	I1 V2	1134,8	20,9
ESPOSENDE	173,00	3	20 400,6	117,9	3	I1 V2	1272,6	21,2
ÉVORA	225,00	3	32 491,2	144,4	263	I1 V3	1196,2	24,3
FAFE	166,00	2	19 052,7	114,8	334	I2 V2	1515,0	21,1
FARO/ RNE ALGARVE	195,00	3	24 758,7	127,0	13	I1 V3	749,4	23,1
FÁTIMA - V N OURÉM	155,00	2	30 838,0	199,0	350	I2 V2	1566,6	20,8
FELGUEIRAS	106,00	1	16 571,1	156,3	303	I2 V2	1542,8	21,5
FIGUEIRA DA FOZ	200,00	3	21 794,9	109,0	11	I1 V2	1248,0	20,9
GONDOMAR	140,00	2	24 941,1	178,2	116	I1 V2	1285,2	20,9
GRIJÓ - V N GAIA	162,00	2	38 257,7	236,2	236	I2 V2	1477,2	20,9
GUIMARÃES	130,00	2	19 135,2	147,2	163	I1 V2	1258,5	21,6
JOANE - VILA NOVA FAMALICÃO	97,00	1	10 951,4	112,9	130	I1 V2	1209,0	21,7
LAGOS	194,00	3	22 674,6	116,9	5	I1 V3	735,0	23,1
LEIRIA - D JOÃO III	265,00	3	27 296,9	103,0	34	I1 V2	1148,2	20,3
LEIRIA - MARQUÊS DE POMBAL	120,00	1	17 512,9	145,9	45	I1 V2	1169,1	20,3
LINDA-A-VELHA - OEIRAS	95,00	1	20 441,6	215,2	93	I1 V2	1043,8	21,9
LISBOA - AMOREIRAS	220,00	3	27 539,6	125,2	102	I1 V2	1059,1	21,8
LISBOA - AV. ROMA	162,24	2	19 132,2	117,9	81	I1 V2	1023,4	22,0
LISBOA - BENFICA	105,00	1	17 995,8	171,4	90	I1 V2	1038,7	21,9
LISBOA - CAMPO DE OURIQUE	280,00	3	26 477,1	94,6	92	I1 V2	1042,1	21,9
LISBOA - ESTRADA DA LUZ	100,00	1	41 611,0	416,1	96	I1 V2	1048,9	21,8
LISBOA – PARQUE DAS NAÇÕES	140,00	2	27 037,7	193,1	20	I1 V3	919,7	22,6
LISBOA – PARQUE EUROPA	170,00	3	35 240,4	207,3	106	I1 V2	1066	22
LISBOA - GRAÇA	215,00	3	29 807,4	138,6	88	I1 V2	1035,3	21,9
LISBOA - SALDANHA	449,00	4	53 710,7	119,6	96	I1 V2	1048,9	21,8
LISBOA - TELHEIRAS	132,00	2	16 544,7	125,3	104	I1 V2	1062,5	21,8
LOULÉ	162,00	2	25 356,1	156,5	180	I1 V3	1050,0	23,1
LOURES - INFANTADO	140,00	2	18 783,5	134,2	30	I1 V3	936,7	22,5
LOUROSA - SANTA MARIA DA FEIRA	135,00	2	20 946,0	155,2	221	I2 V2	1436,2	20,8
MAFRA	160,00	2	23 006,2	143,8	225	I1 V2	1268,2	20,5
MAIA - CATASSOL	177,90	3	27 889,3	156,8	83	I1 V2	1232,4	20,9
MARINHA GRANDE	149,89	2	24 659,2	164,5	100	I1 V2	1273,6	20,2
MATOSINHOS - ALVARO CASTELÕES	248,00	3	23 174,3	93,4	18	I1 V2	1128,4	20,9
MEM MARTINS - SINTRA	200,00	3	25 129,2	125,6	165	I1 V2	1166,2	21,1

Agência	Área [m ²]	Tip.	Consumo últ 12 meses [kwh]*	[kWh/m ²] ulti 12 meses*	altitude	zona climático	GD	T ext. Verão [°C]
MONTIJO	268,80	3	25 154,1	93,6	6	I1 V3	983,5	23,0
MOREIRA DA MAIA - MAIA	340,00	3	23 745,3	69,8	88	I1 V2	1240,4	20,9
MOZELOS - SANTA MARIA DA FEIRA	131,00	2	30 446,8	232,4	147	I2 V2	1332,6	21,1
ODIVELAS - ABREU LOPES	120,00	1	26 642,4	222,0	40	I1 V3	953,7	22,4
OEIRAS - CÂNDIDO REIS	231,00	3	28 138,8	121,8	31	I1 V3	938,4	22,5
OLIVEIRA DE AZEMÉIS	251,00	3	31 912,0	127,1	190	I2 V2	1392,8	20,9
PAÇOS DE FERREIRA	224,00	3	21 547,9	96,2	296	I2 V2	1531,6	21,5
PAIVAS - SEIXAL	309,00	3	30 637,9	99,2	32	I1 V3	1022,5	22,9
PAREDE - CASCAIS	263,00	3	25 911,0	98,5	33	I1 V3	941,8	22,5
PENAFIEL	140,00	2	18 952,1	135,4	301	I2 V2	1539,6	21,5
PINHAL NOVO - PALMELA	225,57	3	20 142,2	89,3	41	I1 V3	1036,0	22,8
POMBAL	170,00	3	22 047,4	129,7	78	I1 V2	1231,8	20,2
PONTE DE LIMA - ANTÓNIO FEIJÓ	189,00	3	28 797,6	152,4	43	I1 V2	1291,5	21,4
PORTIMÃO	150,00	2	21 278,1	141,9	4	I1 V3	733,2	23,1
PORTO - ANTAS	210,00	3	29 154,4	138,8	147	I2 V2	1334,8	20,9
PORTO - ANTÓNIO CARDOSO	178,00	3	18 922,8	106,3	70	I1 V2	1211,6	20,9
PORTO - BOAVISTA	310,60	3	24 357,3	78,4	86	I1 V2	1237,2	20,9
PORTO - CONSTITUIÇÃO	116,70	1	11 698,9	100,2	141	I2 V2	1325,2	20,9
PORTO DE MÓS	157,60	2	13 418,7	85,1	125	I2 V2	1321,1	20,1
PÓVOA DO VARZIM	151,65	2	26 364,1	173,8	8	I1 V2	1112,4	20,9
QUELUZ - SINTRA	180,00	3	24 881,9	138,2	124	I1 V2	1096,5	21,6
RIBEIRÃO - VILA NOVA FAMALICÃO	132,00	2	16 367,9	124,0	34	I1 V2	1065,0	22,0
RIO MAIOR	174,00	3	24 366,2	140,0	72	I1 V3	1132,3	23,1
SACAVÉM - REAL FORTE - LOURES	150,00	2	26 219,8	174,8	25	I1 V3	928,2	22,5
SAMORA CORREIA - BENAVENTE	133,29	2	24 678,8	185,2	10	I1 V3	964,9	23,5
SANTA MARIA DA FEIRA	195,50	3	29 292,8	149,8	133	I2 V2	1313,0	21,1
SANTARÉM	311,50	3	28 874,9	92,7	52	I1 V3	1078,3	23,2
SANTO TIRSO	254,00	3	21 068,1	82,9	75	I1 V2	1126,5	21,9
SÃO JOÃO DA MADEIRA	128,00	1	14 637,1	114,4	218	I2 V2	1432,0	20,8
SÃO MAMEDE INFESTA - MATOSINHOS	148,00	2	14 637,1	98,9	100	I1 V2	1259,6	20,9
SETÚBAL - 22 DEZEMBRO	180,57	3	19 647,2	108,8	5	I1 V3	982,0	23,0
TAVIRA	159,40	2	31 685,0	198,8	8	I1 V3	740,4	23,1
TOMAR	192,00	3	30 543,2	159,1	68	I1 V3	1200,0	22,8
TORRES NOVAS	211,00	3	28 133,2	133,3	49	I1 V3	1175,3	22,9
TORRES VEDRAS	249,90	3	23 309,5	93,3	55	I1 V2	1068,2	21,0
TROFA	157,20	2	20 668,9	131,5	41	I1 V2	1075,5	22,0
V N GAIA - ARRÁBIDA SHOPPING	156,45	2	20 740,8	132,6	77	I1 V2	1222,8	20,9

Agência	Área [m ²]	Tip.	Consumo últ 12 meses [kwh]*	[kWh/m ²] ulti 12 meses*	altitude	zona climático	GD	T ext. Verão [°C]
V N GAIA - AV. DA REPÚBLICA	170,00	3	21 920,7	128,9	102	I1 V2	1262,8	20,9
VALENÇA DO MINHO - VALENÇA	210,00	3	16 356,7	77,9	42	I1 V2	1290,0	21,4
VIANA DO CASTELO	199,00	3	20 973,1	105,4	11	I1 V2	1243,5	21,5
VILA DO CONDE	230,00	3	27 545,9	119,8	26	I1 V2	1141,2	20,9
VILA FRANCA DE XIRA	200,00	3	24 067,3	120,3	12	I1 V3	906,1	22,7
VILA NOVA DE FAMALICÃO	162,50	2	23 341,7	143,6	79	I1 V2	1132,5	21,8
VILA REAL	125,00	1	23 641,4	189,1	437	I2 V3	1565,2	23,6
WISEU - IGREJA NOVA	157,80	2	14 244,5	90,3	479	I2 V2	1667,8	21,3
WISEU - SERPA PINTO	214,00	3	21 340,4	99,7	460	I2 V2	1631,7	21,3
VIZELA	280,00	3	17 951,9	64,1	140	I1 V2	1224,0	21,7

*Período compreendido entre dezembro de 2015 a novembro de 2016

ANEXO B – CONSUMO ESPECÍFICO DE ENERGIA PELO AVAC POR ZONA CLIMÁTICA

Zona climática I1

Agência	Área [m ²]	Tipologia	zona climático	[kWh/m ²]*
RIO MAIOR	174,00	3	I1	23,4
LISBOA - ESTRADA DA LUZ	100,00	1	I1	23,3
SAMORA CORREIA - BENAVENTE	133,29	2	I1	20,6
ELVAS	132,00	2	I1	19,5
CARREGADO - ALENQUER	140,00	2	I1	19,3
LISBOA - AMOREIRAS	220,00	3	I1	19,2
MAFRA	160,00	2	I1	17,8
TROFA	157,20	2	I1	17,4
MAIA - CATASSOL	177,90	3	I1	17,0
LISBOA - GRAÇA	215,00	3	I1	16,9
LISBOA – PARQUE DAS NAÇÕES	140,00	2	I1	16,3
MARINHA GRANDE	149,89	2	I1	16,1
TORRES NOVAS	211,00	3	I1	16,0
LINDA-A-VELHA - OEIRAS	95,00	1	I1	15,9
BOMBARRAL	165,00	2	I1	15,7
LEIRIA - MARQUÊS DE POMBAL	120,00	1	I1	15,7
SÃO MAMEDE INFESTA - MATOSINHOS	148,00	2	I1	14,8
GUIMARÃES	130,00	2	I1	14,5
TOMAR	192,00	3	I1	14,4
ÉVORA	225,00	3	I1	14,4
LOULÉ	162,00	2	I1	14,3
OEIRAS - CÂNDIDO REIS	231,00	3	I1	14,1
GONDOMAR	140,00	2	I1	13,9
V N GAIA - AV. DA REPÚBLICA	170,00	3	I1	13,5
ALBARRAQUE - SINTRA	175,00	3	I1	13,4
POMBAL	170,00	3	I1	13,3
TAVIRA	159,40	2	I1	13,3
ERMESINDE - VALONGO	135,00	2	I1	13,0
MEM MARTINS - SINTRA	200,00	3	I1	12,7
LISBOA - TELHEIRAS	132,00	2	I1	12,7
PORTIMÃO	150,00	2	I1	12,7
VILA DO CONDE	230,00	3	I1	12,5
LISBOA - BENFICA	105,00	1	I1	12,5
ALMEIRIM	184,20	3	I1	12,4
LOURES - INFANTADO	140,00	2	I1	11,4
PONTE DE LIMA - ANTÓNIO FEIJÓ	189,00	3	I1	11,3
ESPOSENDE	173,00	3	I1	11,3
LEIRIA - D JOÃO III	265,00	3	I1	11,2

Agência	Área [m ²]	Tipologia	zona climático	[kWh/m ²]*
ALVERCA - VILA FRANCA DE XIRA	190,60	3	I1	11,1
CASCAIS - BAIRRO DA ASSUNÇÃO	230,00	3	I1	11,1
AMADORA - GONÇALVES RAMOS	200,00	3	I1	11,0
FIGUEIRA DA FOZ	200,00	3	I1	10,9
COIMBRA - FERNÃO MAGALHÃES	145,00	2	I1	10,6
PORTO - BOAVISTA	310,60	3	I1	9,8
VILA NOVA DE FAMALICÃO	162,50	2	I1	9,7
LISBOA - CAMPO DE OURIQUE	280,00	3	I1	9,4
ODIVELAS - ABREU LOPES	120,00	1	I1	9,3
BEJA	150,00	2	I1	9,0
PORTO - ANTÓNIO CARDOSO	178,00	3	I1	8,7
SANTO TIRSO	254,00	3	I1	8,6
VILA FRANCA DE XIRA	200,00	3	I1	8,5
LAGOS	194,00	3	I1	8,4
PAIVAS - SEIXAL	309,00	3	I1	8,3
LISBOA – PARQUE EUROPA	170,00	3	I1	8,0
MOREIRA DA MAIA - MAIA	340,00	3	I1	7,6
MATOSINHOS - ALVARO CASTELÕES	248,00	3	I1	7,5
SANTARÉM	311,50	3	I1	7,4
RIBEIRÃO - VILA NOVA FAMALICÃO	132,00	2	I1	7,2
QUELUZ - SINTRA	180,00	3	I1	6,7
LISBOA - SALDANHA	449,00	4	I1	6,4
VIZELA	280,00	3	I1	6,1
AVEIRO - LOURENÇO PEIXINHO	292,00	3	I1	6,1
SETÚBAL - 22 DEZEMBRO	180,57	3	I1	5,8
CALDAS DA RAINHA	189,00	3	I1	5,7
LISBOA - AV. ROMA	162,24	4	I1	5,5
ESPINHO	150,00	2	I1	5,1
ALGÉS - OEIRAS	448,00	4	I1	5,0
PAREDE - CASCAIS	263,00	3	I1	4,8
SACAVÉM - REAL FORTE - LOURES	150,00	2	I1	4,8
VALENÇA DO MINHO - VALENÇA	210,00	3	I1	4,4
ALBUFEIRA	262,00	3	I1	4,4
CANTANHEDE	140,00	2	I1	4,4
ABRANTES	180,00	3	I1	4,3
ALMADA - PRAGAL	240,00	3	I1	4,2
MONTIJO	268,80	3	I1	4,2
JOANE - VILA NOVA FAMALICÃO	97,00	1	I1	4,2
TORRES VEDRAS	249,90	3	I1	4,2
VIANA DO CASTELO	199,00	3	I1	3,7
PÓVOA DO VARZIM	151,65	2	I1	3,5
CACÉM - BONS AMIGOS - SINTRA	221,00	3	I1	3,2
PINHAL NOVO - PALMELA	225,57	3	I1	2,8
FARO/ RNE ALGARVE	195,00	3	I1	1,3
V N GAIA - ARRÁBIDA SHOPPING	156,45	2	I1	0,9
CHARNECA DA CAPARICA - ALMADA	394,00	3	I1	0,8

* Consumo de energia respeitante ao AVAC no período de 21-12-2015 a 20-03-2016

Zona climática I2

Agência	Área [m ²]	Tipologia	zonamento climático	[kWh/m ²]*
GRIJÓ - V N GAIA	162,00	2	I2	27,8
FÁTIMA - V N OURÉM	155,00	2	I2	25,0
VILA REAL	125,00	1	I2	20,7
CORTEGAÇA - OVAR	131,00	2	I2	20,7
CESAR - OLIVEIRA DE AZEMÉIS	138,00	2	I2	19,7
BARCELOS	156,00	2	I2	19,2
ÁGUAS SANTAS - MAIA	172,00	3	I2	17,6
CANEDO - SANTA MARIA DA FEIRA	167,00	2	I2	17,3
OLIVEIRA DE AZEMÉIS	251,00	3	I2	17,1
BRAGA - CAMPO DA VINHA	230,00	3	I2	16,6
LOUROSA - SANTA MARIA DA FEIRA	135,00	2	I2	15,6
AIRÃES - FELGUEIRAS	180,00	3	I2	14,9
FAFE	166,00	2	I2	14,8
PORTO - ANTAS	210,00	3	I2	14,7
AVEIRO - CACIA	131,00	2	I2	14,7
PORTO - CONSTITUIÇÃO	116,70	1	I2	13,6
PENAFIEL	140,00	2	I2	13,2
ARRIFANA - SANTA MARIA DA FEIRA	241,00	2	I2	13,0
VISEU - SERPA PINTO	214,00	3	I2	12,7
COVILHÃ	140,00	2	I2	11,4
BRAGA - VISCONDE DO RAI0	134,40	2	I2	9,6
SÃO JOÃO DA MADEIRA	128,00	1	I2	9,5
PAÇOS DE FERREIRA	224,00	3	I2	9,1
FELGUEIRAS	106,00	1	I2	8,4
BALTAR - PAREDES	247,00	3	I2	8,3
SANTA MARIA DA FEIRA	195,50	3	I2	5,5
ÁGUEDA	365,00	3	I2	5,1
VISEU - IGREJA NOVA	157,80	2	I2	4,9
PORTO DE MÓS	157,60	2	I2	4,8
MOZELOS - SANTA MARIA DA FEIRA	131,00	2	I2	3,8

* Consumo de energia respeitante ao AVAC no período de 21-12-2015 a 20-03-2016

Zona climática V2

Agência	Área [m ²]	Tipologia	zona climático	[kWh/m ²]*
LISBOA - ESTRADA DA LUZ	100,00	1	V2	50,0
GRIJÓ - V N GAIA	162,00	2	V2	36,2
LISBOA - GRAÇA	215,00	3	V2	30,3
ERMESINDE - VALONGO	135,00	2	V2	29,6
BRAGA - CAMPO DA VINHA	230,00	3	V2	29,4
LINDA-A-VELHA - OEIRAS	95,00	1	V2	29,0
BRAGA - VISCONDE DO RAI0	134,40	2	V2	26,5
GONDOMAR	140,00	2	V2	25,3
AIRÃES - FELGUEIRAS	180,00	3	V2	23,9
BARCELOS	156,00	2	V2	23,6
LISBOA – PARQUE EUROPA	170,00	3	V2	23,3
CARREGADO - ALENQUER	140,00	2	V2	22,3
ÁGUAS SANTAS - MAIA	172,00	3	V2	22,2
CESAR - OLIVEIRA DE AZEMÉIS	138,00	2	V2	21,2
GUIMARÃES	130,00	2	V2	20,9
AMADORA - GONÇALVES RAMOS	200,00	3	V2	20,5
MAIA - CATASSOL	177,90	3	V2	19,8
PÓVOA DO VARZIM	151,65	2	V2	19,6
CANEDO - SANTA MARIA DA FEIRA	167,00	2	V2	19,4
PONTE DE LIMA - ANTÓNIO FEIJÓ	189,00	3	V2	18,9
ARRIFANA - SANTA MARIA DA FEIRA	241,00	2	V2	18,7
MOZELOS - SANTA MARIA DA FEIRA	131,00	2	V2	18,5
LOUROSA - SANTA MARIA DA FEIRA	135,00	2	V2	18,3
LISBOA - TELHEIRAS	132,00	2	V2	17,8
MARINHA GRANDE	149,89	2	V2	17,8
V N GAIA - AV. DA REPÚBLICA	170,00	3	V2	17,6
OLIVEIRA DE AZEMÉIS	251,00	3	V2	17,5
VILA NOVA DE FAMALICÃO	162,50	2	V2	17,2
LISBOA - AMOREIRAS	220,00	3	V2	16,9
MEM MARTINS - SINTRA	200,00	3	V2	16,7
LEIRIA - MARQUÊS DE POMBAL	120,00	1	V2	16,6
FÁTIMA - V N OURÉM	155,00	2	V2	15,9
FELGUEIRAS	106,00	1	V2	15,4
SÃO MAMEDE INFESTA - MATOSINHOS	148,00	2	V2	15,2
TROFA	157,20	2	V2	15,2
PORTO - CONSTITUIÇÃO	116,70	1	V2	15,1
LISBOA - AV. ROMA	162,24	2	V2	15,1
RIBEIRÃO - VILA NOVA FAMALICÃO	132,00	2	V2	14,9
PENAFIEL	140,00	2	V2	14,9
CANTANHEDE	140,00	2	V2	14,8
MAFRA	160,00	2	V2	14,2

Agência	Área [m ²]	Tipologia	zona climático	[kWh/m ²]*
SANTA MARIA DA FEIRA	195,50	3	V2	14,1
AVEIRO - CACIA	131,00	2	V2	14,0
PORTO - BOAVISTA	310,60	3	V2	13,8
ÁGUEDA	365,00	3	V2	13,8
FAFE	166,00	2	V2	13,6
LISBOA - SALDANHA	449,00	4	V2	13,4
PAÇOS DE FERREIRA	224,00	3	V2	13,0
SANTO TIRSO	254,00	3	V2	12,8
AVEIRO - LOURENÇO PEIXINHO	292,00	3	V2	12,8
LISBOA - BENFICA	105,00	1	V2	12,6
POMBAL	170,00	3	V2	12,5
ALBARRAQUE - SINTRA	175,00	3	V2	12,5
PORTO - ANTAS	210,00	3	V2	12,1
LISBOA - CAMPO DE OURIQUE	280,00	3	V2	12,0
PORTO - ANTÓNIO CARDOSO	178,00	3	V2	11,5
CORTEGAÇA - OVAR	131,00	2	V2	11,4
ESPOSENDE	173,00	3	V2	11,4
VILA DO CONDE	230,00	3	V2	11,2
BOMBARRAL	165,00	2	V2	11,1
JOANE - VILA NOVA FAMALICÃO	97,00	1	V2	10,6
TORRES VEDRAS	249,90	3	V2	10,4
QUELUZ - SINTRA	180,00	3	V2	9,6
BALTAR - PAREDES	247,00	3	V2	9,5
CALDAS DA RAINHA	189,00	3	V2	9,4
MATOSINHOS - ALVARO CASTELÕES	248,00	3	V2	9,1
SÃO JOÃO DA MADEIRA	128,00	1	V2	9,1
VALENÇA DO MINHO - VALENÇA	210,00	3	V2	9,1
VIZELA	280,00	3	V2	9,0
COIMBRA - FERNÃO MAGALHÃES	145,00	2	V2	8,7
FIGUEIRA DA FOZ	200,00	3	V2	8,4
MOREIRA DA MAIA - MAIA	340,00	3	V2	8,1
PORTO DE MÓS	157,60	2	V2	8,0
ESPINHO	150,00	2	V2	7,0
VISEU - SERPA PINTO	214,00	3	V2	6,1
LEIRIA - D JOÃO III	265,00	3	V2	5,7
CACÉM - BONS AMIGOS - SINTRA	221,00	3	V2	5,3
VISEU - IGREJA NOVA	157,80	2	V2	5,2
VIANA DO CASTELO	199,00	3	V2	5,1
V N GAIA - ARRÁBIDA SHOPPING	156,45	2	V2	1,5

* Consumo de energia respeitante ao AVAC no período de 21-06-2016 a 20-09-2016

Zona climática V3

Agência	Área [m ²]	Tipologia	zonamento climático	[kWh/m ²]*
ODIVELAS - ABREU LOPES	120,00	1	V3	43,5
SACAVÉM - REAL FORTE - LOURES	150,00	2	V3	40,4
FARO/ RNE ALGARVE	195,00	3	V3	37,4
TAVIRA	159,40	2	V3	35,0
TOMAR	192,00	3	V3	30,2
ELVAS	132,00	2	V3	27,0
RIO MAIOR	174,00	3	V3	26,3
LISBOA – PARQUE DAS NAÇÕES	140,00	2	V3	26,2
LOULÉ	162,00	2	V3	25,8
ÉVORA	225,00	3	V3	25,5
MONTIJO	268,80	3	V3	25,4
PORTIMÃO	150,00	2	V3	24,9
SAMORA CORREIA - BENAVENTE	133,29	2	V3	23,8
COVILHÃ	140,00	2	V3	23,6
VILA REAL	125,00	1	V3	22,9
VILA FRANCA DE XIRA	200,00	3	V3	22,9
BEJA	150,00	2	V3	22,7
TORRES NOVAS	211,00	3	V3	22,6
CASCAIS - BAIRRO DA ASSUNÇÃO	230,00	3	V3	22,1
ALVERCA - VILA FRANCA DE XIRA	190,60	3	V3	21,9
PAIVAS - SEIXAL	309,00	3	V3	19,9
OEIRAS - CÂNDIDO REIS	231,00	3	V3	18,7
LAGOS	194,00	3	V3	18,2
ALBUFEIRA	262,00	3	V3	14,8
SANTARÉM	311,50	3	V3	14,3
LOURES - INFANTADO	140,00	2	V3	13,8
ABRANTES	180,00	3	V3	13,8
PINHAL NOVO - PALMELA	225,57	3	V3	12,7
SETÚBAL - 22 DEZEMBRO	180,57	3	V3	12,3
ALMEIRIM	184,20	3	V3	12,0
ALGÉS - OEIRAS	448,00	4	V3	11,5
PAREDE - CASCAIS	263,00	3	V3	10,5
ALMADA - PRAGAL	240,00	3	V3	9,0
CHARNECA DA CAPARICA - ALMADA	394,00	3	V3	1,3

* Consumo de energia respeitante ao AVAC no período de 21-06-2016 a 20-09-2016

ANEXO C – CONSUMO ESPECÍFICO DE ENERGIA PELO ILUMINAÇÃO

Agência	Área [m ²]	Tipologia	[kWh/m ²]*
MOZELOS - SANTA MARIA DA FEIRA	131,00	2	75,9
LISBOA - ESTRADA DA LUZ	100,00	1	63,9
SANTA MARIA DA FEIRA	195,50	3	62,5
LISBOA – PARQUE EUROPA	170,00	3	60,9
ERMESINDE - VALONGO	135,00	2	53,9
LISBOA – PARQUE DAS NAÇÕES	140,00	2	51,5
AVEIRO - LOURENÇO PEIXINHO	292,00	3	50,3
FELGUEIRAS	106,00	1	47,0
VIANA DO CASTELO	199,00	3	43,9
ODIVELAS - ABREU LOPES	120,00	1	42,6
COVILHÃ	140,00	2	41,0
ÁGUAS SANTAS - MAIA	172,00	3	40,8
PONTE DE LIMA - ANTÓNIO FEIJÓ	189,00	3	40,6
QUELUZ - SINTRA	180,00	3	40,2
ELVAS	132,00	2	40,0
MARINHA GRANDE	149,89	2	39,9
PORTO - ANTAS	210,00	3	38,4
BEJA	150,00	2	38,3
LISBOA - AMOREIRAS	220,00	3	37,7
AVEIRO - CACIA	131,00	2	37,6
VILA REAL	125,00	1	37,4
GONDOMAR	140,00	2	33,3
V N GAIA - AV. DA REPÚBLICA	170,00	3	37,2
RIBEIRÃO - VILA NOVA FAMALICÃO	132,00	2	37,0
CANTANHEDE	140,00	2	36,9
CANEDO - SANTA MARIA DA FEIRA	167,00	2	36,9
ALBARRAQUE - SINTRA	175,00	3	36,7
LOUROSA - SANTA MARIA DA FEIRA	135,00	2	36,4
FÁTIMA - V N OURÉM	155,00	2	36,3
CASCAIS - BAIRRO DA ASSUNÇÃO	230,00	3	36,1
PENAFIEL	140,00	2	35,8
V N GAIA - ARRÁBIDA SHOPPING	156,45	2	35,6
GUIMARÃES	130,00	2	35,5
GRIJÓ - V N GAIA	162,00	2	35,5
AIRÃES - FELGUEIRAS	180,00	3	35,3
ÉVORA	225,00	3	34,9
MAIA - CATASSOL	177,90	3	34,8
COIMBRA - FERNÃO MAGALHÃES	145,00	2	34,6
CORTEGAÇA - OVAR	131,00	2	34,5
LISBOA - BENFICA	105,00	1	33,9
SETÚBAL - 22 DEZEMBRO	180,57	3	33,6
TORRES NOVAS	211,00	3	33,4
POMBAL	170,00	3	33,1
SACAVÉM - REAL FORTE - LOURES	150,00	2	33,1
VILA NOVA DE FAMALICÃO	162,50	2	33,0

Agência	Área [m ²]	Tipologia	[kWh/m ²]*
ARRIFANA - SANTA MARIA DA FEIRA	241,00	2	32,9
ALMEIRIM	184,20	3	32,3
VEISEU - IGREJA NOVA	157,80	2	32,1
TOMAR	192,00	3	32,1
ALMADA - PRAGAL	240,00	3	31,6
PORTIMÃO	150,00	2	31,4
BRAGA - CAMPO DA VINHA	230,00	3	31,2
LISBOA - SALDANHA	449,00	4	30,9
LEIRIA - D JOÃO III	265,00	3	30,6
JOANE - VILA NOVA FAMALICÃO	97,00	1	30,5
SÃO JOÃO DA MADEIRA	128,00	1	30,2
ABRANTES	180,00	3	30,1
VEISEU - SERPA PINTO	214,00	3	30,0
LEIRIA - MARQUÊS DE POMBAL	120,00	1	29,9
FIGUEIRA DA FOZ	200,00	3	29,9
BARCELOS	156,00	2	29,5
SÃO MAMEDE INFESTA - MATOSINHOS	148,00	2	28,7
ESPOSENDE	173,00	3	28,6
MAFRA	160,00	2	27,7
VILA DO CONDE	230,00	3	27,6
PORTO - ANTÓNIO CARDOSO	178,00	3	27,4
ESPINHO	150,00	2	27,3
OEIRAS - CÂNDIDO REIS	231,00	3	26,6
SAMORA CORREIA - BENAVENTE	133,29	2	26,3
CALDAS DA RAINHA	189,00	3	26,2
PAREDE - CASCAIS	263,00	3	26,1
TAVIRA	159,40	2	25,7
LISBOA - TELHEIRAS	132,00	2	25,3
CARREGADO - ALENQUER	140,00	2	24,9
PAÇOS DE FERREIRA	224,00	3	24,9
LAGOS	194,00	3	23,8
CHARNECA DA CAPARICA - ALMADA	394,00	3	23,7
AMADORA - GONÇALVES RAMOS	200,00	3	23,4
CESAR - OLIVEIRA DE AZEMÉIS	138,00	2	23,2
MEM MARTINS - SINTRA	200,00	3	23,2
LOURES - INFANTADO	140,00	2	23,0
CACÉM - BONS AMIGOS - SINTRA	221,00	3	22,4
BOMBARRAL	165,00	2	22,3
MATOSINHOS - ALVARO CASTELÕES	248,00	3	22,2
TORRES VEDRAS	249,90	3	22,2
ALVERCA - VILA FRANCA DE XIRA	190,60	3	21,9
FAFE	166,00	2	21,7
LISBOA - CAMPO DE OURIQUE	280,00	3	21,3
LISBOA - AV. ROMA	162,24	2	21,1
PORTO DE MÓS	157,60	2	21,1
PAIVAS - SEIXAL	309,00	3	20,8
TROFA	157,20	2	20,7
VALENÇA DO MINHO - VALENÇA	210,00	3	20,2
BALTAR - PAREDES	247,00	3	19,8
VILA FRANCA DE XIRA	200,00	3	19,2
SANTO TIRSO	254,00	3	18,6

Agência	Área [m ²]	Tipologia	[kWh/m ²]*
OLIVEIRA DE AZEMÉIS	251,00	3	17,9
PINHAL NOVO - PALMELA	225,57	3	16,5
SANTARÉM	311,50	3	16,3
ÁGUEDA	365,00	3	16,0
VIZELA	280,00	3	15,7
LISBOA - GRAÇA	215,00	3	15,3
ALBUFEIRA	262,00	3	15,0
MONTIJO	268,80	3	14,4
MOREIRA DA MAIA - MAIA	340,00	3	14,0

* Período compreendido entre dezembro de 2015 a novembro de 2016

ANEXO D – ILUMINAÇÃO EXISTENTE NAS AGÊNCIAS VISITADAS E RESPECTIVO ESTUDO

• AGÊNCIA DE MOZELOS

Zona	Tipo	Nº Lâmp	Pot [W]	Pot [W] c/balastro	Nº horas func/dia
Sala de reuniões piso -1	Fluorescente tubular T8	12	18	24	4
Instalações sanitárias piso -1	Spots halógeno	20	35	35	2
secretárias piso -1	Fluorescente tubular T8	16	18	24	10
secretárias piso -1 (sancas)	Fluorescente tubular T8	4	58	64	10
Escadas de acesso piso -1	Fluorescente tubular T8	10	36	41	10
Sala de AVAC	Fluorescente tubular T8	3	58	64	2
Openspace / atendimento aos clientes	Fluorescente tubular T8	51	18	24	10
Gabinete	Fluorescente tubular T8	12	18	24	10
Openspace / atendimento aos clientes	Fluorescente compacta PL	8	7	7	10
Entrada da agência	Fluorescente compacta PL	20	7	7	10
Openspace / atendimento aos clientes sancas	Fluorescente tubular T8	3	36	41	10
Openspace / atendimento aos clientes sancas	Fluorescente tubular T8	1	23	24	10
Exterior (pala)	Fluorescente compacta PL	36	18	24	5
Exterior publicidade	Fluorescente tubular T8	1	36	41	24

Estudo

Propostas de substituição

Tipo		Nº lâmpadas	Potência [W]*	Gasto Anual [kWh/ano]	Gasto em €
Atual	Fluorescente tubular T8 18W	79	24	4 759,0	645,79
Proposta 1	LAMPADA 8W/840 T8 230V 600MM COREPRO LEDTUBE GLASS	79	8	1 586,3	215,26
Atual	Fluorescente tubular T8 36W	13	41	1 337,8	181,54
Proposta 2	LAMPADA 16W/840 T8 230V 1200MM COREPRO LEDTUBE GLASS	13	16	522,08	70,85
Atual	Fluorescente tubular T8 58W	4	64	642,6	87,20
Proposta 3	LAMPADA 20W/840 T8 230V 1500MM COREPRO LEDTUBE GLASS	4	20	200,8	27,25

* Valor de potência já com o consumo de balastro adicionado, conforme bibliográfica consultada.

Investimento

	Preço encontrado no mercado em €	Nº lâmpadas	custo total €
Investimento 1	6,2	79	489,8
Investimento 2	8,6	13	111,8
Investimento 3	11	4	44
total			645,6

Cálculos

Poupança em [kWh/ano] = 4 430,2

Poupança em [€ /ano] = 601,17

Payback simples em anos = 1,074

Consumo anual estimado [kWh] = 9 359,8

Consumo anual pelo *Kisense* [kWh] = 9 956,1

% poupança = 47%

Erro relativo = 6%

AGÊNCIA DE LISBOA – ESTRADA DA LUZ

Zona	Tipo	Quantidade	Pot [W]	Nº horas func/dia
Corredor de acesso WC piso -1	Fluorescente compacta PL-L 840/4P	8	18	3
Openspace piso -1	Fluorescente tubular T8	36	18	4
Openspace piso -1	Fluorescente tubular T8	12	18	10
Instalações sanitárias Piso -1	Fluorescente compacta PL-L 840/4P	3	18	5
Zona de atendimento ao público+balcão	Fluorescente tubular	56	18	10
Espaço da entrada	Fluorescente compacta	8	18	24
Iluminação de sancas	Fluorescente tubular T8	2	36	10

Propostas de substituição

Tipo	Nº lâmpadas	Potência [W]*	Gasto Anual [kWh/ano]	Gasto em €	
<i>Atual</i>	Fluorescente tubular T8 18W (func 10 h)	68	23,4	3 993,9	541,97
<i>Proposta 1</i>	LAMPADA 8W/840 T8 230V 600MM COREPRO LEDTUBE GLASS	68	8	1 365,4	185,29

* Valor de potência já com o consumo de balastro adicionado, conforme bibliográfica consultada.

Investimento

	Preço encontrado no mercado em €	Nº lâmpadas	custo total €
<i>Investimento 1</i>	6,2	68	421,6
<i>total</i>			421,6

Cálculos

Poupança em [kWh/ano] = 2 628,5

Poupança em [€ /ano] = 356,68

Payback simples em anos = 1,182

Consumo anual estimado [kWh] = 6 416,6

Consumo pelo anual *Kisense* [kWh] = 6408,1

% poupança =41%

Erro relativo = 0,1%

• SANTA MARIA DA FEIRA

Zona	Tipo	Quantidade	Pot [W]	Nº horas func/dia
Instalações sanitárias	Fluorescente compacta PL	4	18	2
Sala de AVAC	Fluorescente tubular T8	4	36	4
Openspace / atendimento aos clientes	Fluorescente compacta PL-L 840/4P	81	36	10
Gabinete	Fluorescente compacta PL	12	18	10
Entrada da agência	Fluorescente compacta PL	6	18	10
Corredor de circulação do backoffice	Fluorescente compacta PL	6	36	10

Propostas de substituição

Tipo	Nº lâmpadas	Potência [W]*	Gasto Anual [kWh/ano]	Gasto em €	
<i>Atual</i>	Fluorescente compacta PL-L 840/4P	81	41	8 335,7	1131,16
<i>Proposta 1</i>	Led 15 W PL-L 2G11 LED Lamp	81	15	3 049,7	413,84

* Valor de potência já com o consumo de balastro adicionado, conforme bibliográfica consultada.

Investimento

	Preço encontrado no mercado em €	Nº lâmpadas	custo total €
<i>Investimento 1 total</i>	22,45	81	1818,45
			1818,45

Cálculos

Poupança em [kWh/ano] = 5 286,1

Poupança em [€ /ano] = 717,32

Payback simples em anos = 2,535

Consumo anual estimado [kWh] = 11 268,4

Consumo anual pelo *Kisense* [kWh] = 12 215,1

% poupança = 47%

Erro relativo = 8%

• ODIVELAS – ABREU LOPES

Zona	Tipo	Quantidade	Pot [W]	Nº horas func/dia
Backoffice	Fluorescente compacta	5	13	10
Sala do bastidor	Fluorescente tubular T8	2	58	10
Corredor de cofre	Fluorescente compacta	4	13	3
Instalações sanitárias	Halogéneo	4	18	10
Zona de atendimento ao público	Fluorescente tubular T8	18	18	10
Zona de atendimento ao público	Fluorescente compacta PL-L 840/4P	2	36	10
Balcão de atendimento ao público	Fluorescente tubular T8	24	18	10
Gabinete	Fluorescente tubular T8	12	18	10
Iluminação de sancas	Fluorescente tubular T8	2	58	10

Estudo

Propostas de substituição

Tipo		Nº lâmpadas	Potência [W]*	Gasto Anual [kWh/ano]	Gasto em €
Atual	Fluorescente tubular T8 18W	54	23,4	3 171,6	430,39
Proposta 1	LAMPADA 8W/840 T8 230V 600MM COREPRO LEDTUBE GLASS	54	8	1 084,3	147,14
Atual	Fluorescente tubular T8 36W	4	75,4	757,0	102,73
Proposta 2	LAMPADA 20W/840 T8 230V 1200MM COREPRO LEDTUBE GLASS	4	20	200,8	27,25

* Valor de potência já com o consumo de balastro adicionado, conforme bibliográfica consultada.

Investimento

	Preço encontrado no mercado em €	Nº lâmpadas	custo total €
Investimento 1	6,2	54	334,8
Investimento 2	11	4	64
total			398,8

Cálculos

Poupança em [kWh/ano] = 2 643,5

Poupança em [€ /ano] = 358,73

Payback simples em anos = 1,112

Consumo anual estimado [kWh] = 4 600,8

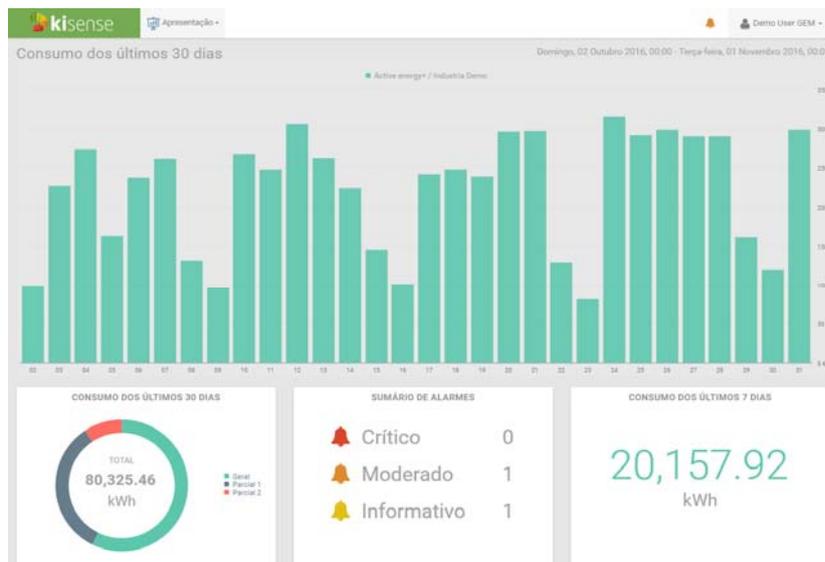
Consumo anual pelo *Kisense* [kWh] = 5 115,3

% poupança = 57%

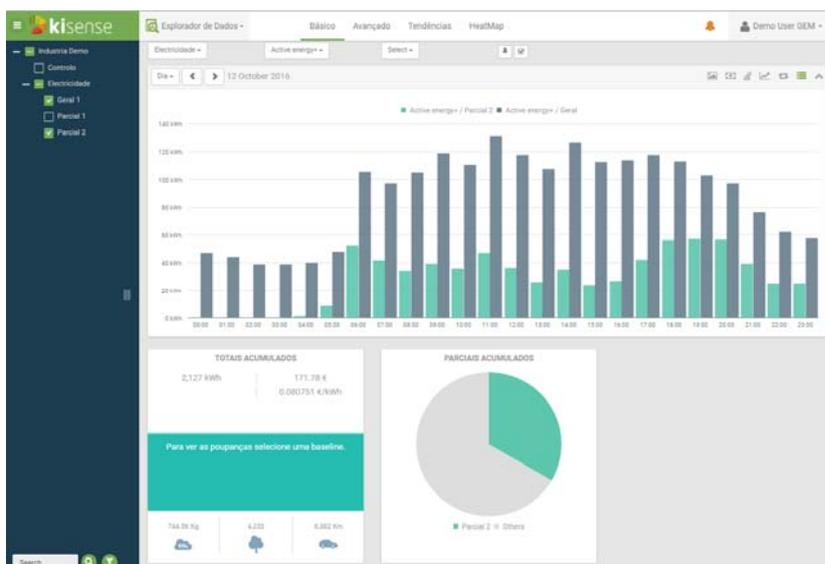
Erro relativo = 10%

APÊNDICE A – IMAGENS ILUSTRATIVAS DOS MÓDULOS DO KISENSE

- Dashboard



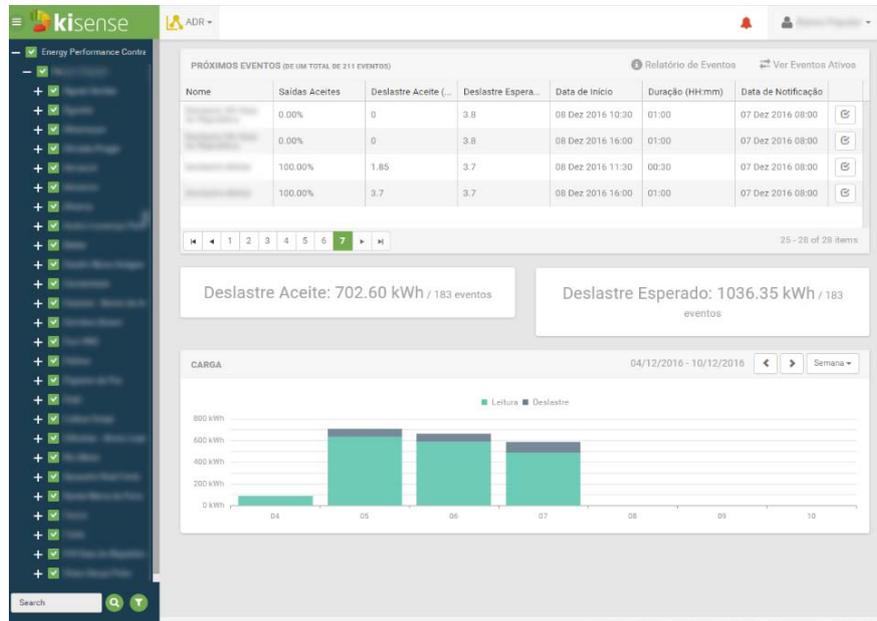
- Explorador de dados



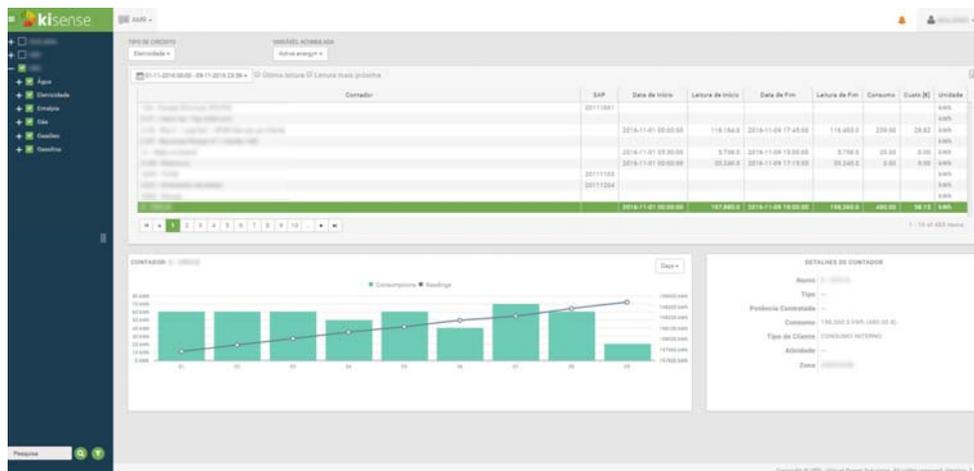
- Módulo de atuação

- Módulo alarmística

- Módulo ADR



- Módulo AMR



- Módulo Baseline

