

Análise Técnico-Económica de Soluções Comerciais para Redução do Consumo de Energia e Água em Edifício de Serviços

Relatório de Projeto apresentado para a obtenção do grau de Mestre em
Engenharia Eletrotécnica - Área de Especialização em Automação e
Comunicações em Sistemas Industriais

Autor

Júlio Ramos do Carmo Benjamim

Orientadores

Doutora Dulce Helena de Carvalho Coelho
Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

Doutor Fernando José Teixeira Estêvão Ferreira
Universidade de Coimbra

Coimbra, julho, 2015

AGRADECIMENTOS

Se puder endereçar uma primeira palavra, ainda que silenciosa, será a Deus por me ter dado saúde e força para superar todas as dificuldades face às longas e árduas etapas em que adquiri e consolidei conhecimentos.

Ao Instituto Politécnico de Coimbra, ao seu corpo docente, à Direção e à Administração que possibilitaram um futuro que hoje vislumbro no contexto do Ensino Superior já “infetado” pela confiança purificada no mérito e ética aqui presentes.

Aos meus Professores orientadores, Professora Doutora Dulce Coelho e Professor Doutor Fernando Ferreira pela paciência, dedicação e apoio presente em todas as correções e incentivos.

Às equipas de manutenção dos Hotéis Fly e EPIC SANA, Luanda, por toda a ajuda prestada durante as visitas aos respetivos edifícios e pela informação técnica facultada.

Ao meu tio - Dr. Alberto Luciano Benjamim - pela sua paciência, companhia, confiança, amor, incentivo e apoio ao longo da minha vida enquanto estudante, pela amizade e por tudo o que me proporcionou.

Aos meus pais e a todos os meus irmãos - em especial ao Feliciano Bundi do Carmo Benjamim - pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

Aos meus familiares que cá - em Portugal - e fora, me apoiaram em todos os sentidos: Engenheiro Isaac Pereira, Engenheiro Manuel Almeida, Dr. Jorge Almeida, Dr. Arão Zaqueu, Eugénio Yuye, Engenheiro José Benjamim e Padres: José Francisco Tomás e José Kametali Tomás.

E a todos os que, direta ou indiretamente, fizeram parte da minha formação, das alegrias e das tristezas, o meu muito obrigado.

RESUMO

Após a guerra civil em Angola – que afetou o país durante cerca de três décadas – pode dizer-se que o consumo de energia elétrica no sector industrial estagnou, tendo no entanto vindo a aumentar no setor terciário, que se tornou o principal consumidor.

Se, por um lado, é visível uma melhoria substancial do contexto político, económico e social, por outro lado, é preciso referir que ainda se verifica uma forte dependência dos recursos naturais, com maior incidência nas áreas rurais onde a degradação ambiental tem sido mais acentuada, conduzindo à redução da qualidade de vida da população local.

Isto significa que o acesso à energia elétrica desempenha um papel essencial no desenvolvimento económico e social de Angola e, conseqüentemente, na elevação dos padrões de qualidade de vida e de bem-estar da população, viabilizando o interesse e a necessidade de uma reflexão estratégica sobre a evolução do setor energético do país.

Por forma a ser possível alargar o acesso à electricidade à maioria da população angolana, sem que tal conduza a um aumento significativo da capacidade de produção de energia elétrica, deve haver uma forte aposta na implementação de estratégias de utilização racional de energia, que inclui a promoção da utilização de tecnologias mais eficientes.

Neste contexto, o objetivo principal deste projeto é analisar as várias opções tecnológicas comercialmente disponíveis para redução do consumo de energia elétrica, de água e de gás em edifícios de serviços, apresentando-se o estudo de dois casos em Luanda, nomeadamente, o Hotel Fly e o Hotel EPIC SANA. Com base numa prévia caracterização energética dos edifícios, foram identificadas várias medidas/tecnologias e avaliado o respetivo impacto no consumo de energia e água, bem como o tempo de retorno do investimento.

Com este estudo, pretende-se contribuir para o melhoramento da eficiência energética dos edifícios de serviços em Angola.

Palavras-Chave: Desenvolvimento sustentável; Eficiência energética; Energias renováveis; Soluções/tecnologias comerciais; Edifícios de serviços.

ABSTRACT

After the civil war in Angola – which affected the country for about three decades – it can be said that the electrical energy consumption in industrial sector has stagnated. However, in the tertiary sector, the energy consumption has been consistently increasing, being nowadays the major consumer.

If, on one hand, it is visible a substantial improvement of the political, economic and social context, on the other hand, it is necessary to refer that there is still a strong dependence on natural resources, with higher incidence in rural areas where environmental degradation is more sharp, leading to the reduction of the life quality of local population.

This means that energy plays an essential role in the economic and social development of Angola and, consequently, on the increase of life quality and well-being standards of population, enabling the interest and the need for a strategic reflection on the evolution of the energy sector of the country.

In order to be possible to extend the access to the electricity to the majority of the Angolan population, without leading to a significant increase of the electrical energy production capacity, the implementation of strategies for rational use of electrical energy, including the promotion of high-efficiency technologies, has to be carried out.

In this scope, the aim of this project is to analyse several commercially available technologies to reduce the electrical energy, water and gas consumption in large service buildings, being presented two case studies in Luanda, namely, the Fly Hotel and the EPIC SANA Hotel. On the basis of the previous building energy characterisation, a set of measures/technologies has been identified and the respective impact on the energy and water consumption and the payback time have been evaluated.

With this study, it is intended to contribute to the improvement of the energy efficiency of the large service buildings in Angola.

Key-words: Sustainable development; Energy efficiency; Renewable energy; Commercial solutions/technologies; Service buildings.

Índice

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE TABELAS	ix
ABREVIATURAS	x
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Objetivos do trabalho.....	2
1.2. Estrutura do Relatório.....	3
2. Eficiência Energética em Edifícios.....	5
2.1. A importância do consumo de energia em edifícios.....	5
2.2. Enquadramento legislativo - Portugal	5
2.3. Enquadramento legislativo - Angola	6
2.4. Sistemas de Iluminação Eficientes	9
2.4.1 Tecnologias de Iluminação	10
2.5. Sistemas de Climatização Eficientes	13
2.6 Consumo Eficiente de Água	15
2.7. Near Zero Energy Buildings.....	17
3. Estudo de Caso 1 – Hotel Fly	25
3.1. Caracterização física e energética do edifício	25
3.1.1. Funcionamento das eletrobombas	28
3.1.2. Sistema de Bombagem de incêndio.....	30
3.1.3. Sala técnica de iluminação geral	31
3.1.4. Lavandaria	32
3.1.5. Sala dos geradores	34
3.1.6. Sistema de iluminação nos quartos.....	37
3.1.7. Equipamentos dos quartos	38
3.1.8. Restantes equipamentos do Hotel Fly	39
3.1.9. Consumo de água	40
3.2. Medidas de Racionalização de Consumos no Hotel Fly	40
3.2.1. Substituição das tecnologias de iluminação	40
3.2.2. Aplicação do dispositivo “eCube” nos equipamentos de refrigeração.....	41
3.2.3. Instalação de redutores do consumo de água.....	42
3.2.4. Instalação de um sistema fotovoltaico.....	43
4. Estudo de Caso 2 – Hotel EPIC SANA.....	47
4.1. Caracterização física e energética do edifício	47
4.1.1. Sistema de tratamento de água	48
4.1.2. Sistema de alimentação elétrica.....	49
4.1.3. Sistema de Iluminação.....	50

4.1.4. Equipamentos dos quartos	52
4.1.5. Restantes equipamentos do Hotel EPIC SANA.....	53
4.1.6. Sala dos geradores.....	54
4.1.7. Sistema de bombagem de incêndio	55
4.1.8. Sistema de ar condicionado.....	55
4.1.9. Consumo anual de gás.....	56
4. 2. Medidas de Racionalização de Consumos do Hotel EPIC SANA.....	57
4.2.1. Substituição das tecnologias de iluminação.....	57
4.2.2. Aplicação do dispositivo “eCube” nos equipamentos de refrigeração	59
4.2.3. Instalação de redutores do consumo de água	59
4.2.4. Instalação de um sistema fotovoltaico	60
5 - CONCLUSÕES	63
REFERÊNCIAS	67
ANEXOS	71
Anexo 1 - “Preço e potência unitária dos painéis PV e respetivo preço por Wp”	72
Anexo 2 - Tabela de dados estimativos	73
Anexo 3 - Tabela de Consumo dos Equipamentos	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 - Matriz Energética Angolana (Brito, 2013).	7
Figura 2.2 - Lâmpadas incandescentes (Wikipédia, 2004).	11
Figura 2.3 - Lâmpadas de halogéneo (Alibaba Group, 2015).	11
Figura 2.4 - Lâmpadas fluorescentes compactas (CFL) (Araújo, 2015).	12
Figura 2.5 - Lâmpadas LED (MASONLED, 2002).	13
Figura 2.6 - Sistema Venturi (ECOplug, 2015).	16
Figura 2.7 - Chuveiro de mão com regulador de caudal (SOLARPROJECT, 2008).	16
Figura 2.8 - Chuveiro fixo com regulador de caudal (SOLARPROJECT, 2008).	17
Figura 2.9 - Definição de um Near Zero Energy Building (Gonçalves, 2010).	17
Figura 2.10 - Australia's Zero Emission House em Melbourne (NHBC Foundation, 2009).	19
Figura 2.14 - Dongtan Eco-City na China (NHBC Foundation, 2009).	20
Figura 2.12 - Skotteparken Egebjerggard em Ballerup (NHBC Foundation, 2009).	20
Figura 2.13 - Vauban em Freiburg (NHBC Foundation, 2009).	21
Figura 2.14 - Kanagawa Hybrid Z (NHBC Foundation, 2009).	22
Figura 2.15 - Beddington Zero Energy Development (NHBC Foundation, 2009).	22
Figura 2.16 - Vista Montaña Zero Energy Community em Watsonville (NHBC Foundation, 2009).	23
Figura 3. 1 – Imagens do Hotel Fly.	25
Figura 3. 2 - Esquentadores ou caldeiras elétricas.	26
Figura 3. 3 - Depósitos da água bruta e da água potável.	26
Figura 3. 4 - Central hidropneumática.	26
Figura 3. 5 - Central hidropneumática de velocidade variável.	27
Figura 3. 6 - Funcionamento de eletrobombas.	28
Figura 3. 7 - Equipamento de leitura.	29
Figura 3. 8 - Filtro de impurezas.	29
Figura 3. 9 - Reservatório de tratamento de água.	29
Figura 3. 10 - Bomba de trasfega de cana (Hidroinova, 2012).	30
Figura 3. 11 - Sistema de bombagem de incêndio.	30
Figura 3. 12 - Bomba Jockey.	30
Figura 3. 13 - Disjuntor ligado ao sistema de ventilação.	31
Figura 3. 14 - Quadro geral de todos os pisos.	31
Figura 3. 15 - Quadro da lavandaria.	31
Figura 3. 16 - Máquina de lavar e máquina de secar a roupa.	32
Figura 3. 17 - Máquinas de passar a ferro.	33
Figura 3. 18 - Máquina de marca “Calanda”.	33
Figura 3. 19 - Grupo gerador.	34
Figura 3. 20 - Ventiladores ligados ao grupo gerador.	34
Figura 3. 21 - Arranque e paragem manual do grupo gerador.	36
Figura 3. 22 - Quadro do arranque automático do grupo gerador.	36
Figura 3. 23 - VAL dos sistemas fotovoltaicos monocristalino e policristalino do Hotel Fly.	45
Figura 4. 1 - Hotel Epic Sana Luanda.	47
Figura 4. 2 - Depósito de água do sistema de tratamento antigo.	49

Figura 4. 3 - Filtros ligados ao sistema de tratamento antigo.....	49
Figura 4. 4 - Central de tratamento de águas.....	49
Figura 4. 5 - Depósito onde a água é tratada.....	49
Figura 4. 6 - Filtros do sistema de tratamento de água recente.....	49
Figura 4. 7 - Depósito de combustível para o sistema de alimentação do grupo gerador.....	54
Figura 4. 8 – Sprinklers (BUCKA, 2013).....	55
Figura 4. 9 - Chillers.....	56
Figura 4. 10 - VAL dos sistemas fotovoltaicos monocristalino e policristalino do Hotel EPIC SANA 62	

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3. 1 - Características das máquinas da lavanderia	32
Tabela 3. 2 - Caraterísticas da máquina de engomar (“Calandra”)	33
Tabela 3. 3 - Tolerâncias de tensão e frequência.	34
Tabela 3. 4 – Sistema de iluminação atualmente existente.	37
Tabela 3. 5 – Equipamentos existentes por quarto e respetivo e consumo diário.	38
Tabela 3. 6 – Consumo diário de alguns dos equipamentos do Hotel Fly.	39
Tabela 3. 7 - Consumo anual de todos os equipamentos de refrigeração.....	40
Tabela 3. 8 – Avaliação da substituição das lâmpadas incandescentes.....	41
Tabela 3. 9 – Avaliação da instalação de redutores do consumo de água.....	43
Tabela 3. 10 – Avaliação dos sistemas fotovoltaicos.....	44
Tabela 4. 1 – Sistema de iluminação dos quartos.....	50
Tabela 4. 2 - Potência total de iluminação de todos os quartos e suítes.....	51
Tabela 4. 3 - Potência total de iluminação dos apartamentos.....	52
Tabela 4. 4 – Consumo anual em iluminação nos quartos.	52
Tabela 4. 5 – Equipamentos existentes por quarto e respetivo e consumo diário.	53
Tabela 4. 6 – Consumo diário de alguns dos equipamentos do Hotel EPIC SANA.	53
Tabela 4. 7 - Consumo anual de todos os equipamentos de refrigeração.....	54
Tabela 4. 8 - Caraterísticas gerais dos geradores do Hotel EPIC SANA.	55
Tabela 4. 9 – Equipamentos consumidores e consumo anual de gás.	57
Tabela 4. 10 – Avaliação da substituição das lâmpadas incandescentes existentes.....	58
Tabela 4. 11 – Avaliação da substituição das lâmpadas de halogénio existentes.	59
Tabela 4. 12 – Avaliação da instalação de redutores do consumo de água.....	60
Tabela 4. 13 – Avaliação dos sistemas fotovoltaicos.....	61

ABREVIATURAS

- AREA – Agência Reguladora de Energia Atômica
- AVAC – Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado
- BT – Baixa Tensão
- CO₂ – Dióxido de Carbono
- DCR – Declaração de Conformidade Regulamentar
- E4 – Eficiência Energética e Energias Endógenas
- Eco.AP – Programa de Eficiência Energética na Administração Pública
- EDEL – Empresa de Distribuição de Eletricidade
- ENE – Empresa Nacional de Eletricidade
- GEE – Gases com Efeito de Estufa
- IRSE – Instituto Regulador do Setor Elétrico
- LED – *Light Emitting Diode*
- LFC – Lâmpada Fluorescente Compacta
- MINEA – Ministério da Energia e Águas
- NZEB – *Near Zero Energy Buildings*
- PNAC – Plano Nacional para as Alterações Climáticas
- PNUEA – Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água
- PT – Posto de Transformação
- PTSE – Programa de Transformação do Setor Elétrico
- RAC – Reservatório de Ar Comprimido
- RECS – Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços
- REH – Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação
- SCE – Sistema de Certificação Energética dos Edifícios
- UE – União Europeia
- VAL – Valor Atual Líquido

1. INTRODUÇÃO

A energia tem um papel determinante no desenvolvimento de uma sociedade e, ao mesmo tempo, é um bem essencial de que todo o cidadão tem direito a usufruir. Se, por um lado, propicia o desenvolvimento económico e humano, por outro lado, condiciona as diversas esferas de ação da vida dos indivíduos e das comunidades, o mesmo será dizer, que o seu acesso tem influência no bem-estar das pessoas e dos povos.

Em termos mundiais, prevê-se que a satisfação da procura crescente de energia continue assente nos combustíveis fósseis, como o carvão mineral, petróleo e o gás natural, os quais têm um impacto negativo no ambiente devido, sobretudo, às emissões de poluentes para a atmosfera.

Relativamente aos impactos ambientais da utilização da energia, o Protocolo de Quioto permitiu uma conciliação de esforços a nível mundial, tendo entrado em vigor em 16 de fevereiro de 2005 e representando o primeiro acordo global sobre a redução das emissões de gases de efeito de estufa e a base para promover fontes de energia limpa (Filipe *et al.*, 2007).

O enquadramento da política ambiental, em Portugal, está explicado na Resolução do Conselho de Ministros n.º 59/2001, de 30 de maio, que aprovou a estratégia para as alterações climáticas, e na Lei 93/2001, de 20 de agosto. Pode dizer-se que estes diplomas possibilitaram a criação de instrumentos para prevenir as alterações climáticas. Neste sentido, foi apresentado o Plano Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC) (DGEG, 2002) que atentou ao facto da energia ser repartida por várias atividades, inerentes ao setor secundário, tais como: indústria, obras públicas (edifícios residenciais e serviços), bem como ao setor terciário, como é o caso dos transportes.

Na Resolução do Conselho de Ministros n.º 154/2001 de 19 de outubro, o Governo português definiu o programa E4 (Eficiência Energética e Energias Endógenas), com o objetivo de promover a eficiência energética e a valorização das energias endógenas, bem como na tentativa de contribuir para a melhoria da competitividade da economia portuguesa e para a modernização da sociedade, garantindo em simultâneo a qualidade de vida das gerações futuras pela redução de emissões, em particular do CO₂, responsável pelas alterações climáticas.

Em Angola, atualmente, as principais fontes energéticas são o petróleo, a hidroeletricidade e a biomassa. O fornecimento de energia elétrica faz-se apenas a uma pequena percentagem da população (atualmente cerca de 20%), fundamentalmente nos

centros urbanos, e mesmo essa faz-se de modo intermitente, levando a que pessoas e empresas recorram a geradores independentes (Governo de Angola, 2006).

Na abertura da Primeira Conferencia sobre Alterações Climáticas, a Ministra do Ambiente de Angola identificou os sectores da agricultura e energia como os setores que mais causam a emissão de gases de efeito de estufa para a atmosfera (ANGOP, 2015).

Apesar de Angola apresentar níveis de emissão de gases de efeitos estufa mais baixos do que os verificados em países industrializados emergentes e alguns países africanos, a Ministra referiu que o Governo de Angola não tem poupado esforços para integrar a componente das alterações climáticas na sua agenda de prioridades. A Barragem Hidroelétrica do Gove, na província do Huambo, foi apontado como o primeiro projeto angolano de redução das emissões de gases de efeito estufa, no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo do Protocolo de Quioto, da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas (ANGOP, 2015).

A Estratégia Nacional de Implementação da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre as Alterações Climáticas e do Protocolo de Quioto foi aprovada pela Resolução nº 52/08 do Conselho de Ministros de Angola. O diploma refere que a estratégia visa estabelecer o quadro de intervenção de Angola no domínio legislativo, técnico e humano para contribuir para a estabilização das emissões de gases de efeito de estufa e de desenvolvimento tecnológico do país. Pretende-se igualmente realizar inventários e relatórios sobre a emissão de gases de efeito estufa em Angola e do seu impacto no ambiente e na saúde pública.

Globalmente, um dos setores que tem contribuído para o aumento do consumo de energia e, conseqüentemente, para o aumento das emissões de gases de efeito de estufa, é o setor dos edifícios. No entanto, uma grande parte do consumo verificado no setor dos edifícios pode ser reduzida através da implementação de medidas de eficiência energética, com recurso às soluções comerciais atualmente existentes no mercado.

1.1. Objetivos do trabalho

Temos enquanto objetivo geral despertar a consciência e conhecimentos dos consumidores para a eficiência energética dos edifícios, fornecendo informação e apoio para ultrapassar os obstáculos aos investimentos neste setor, prestar às autoridade locais conhecimentos e instrumentos para uma gestão energética eficiente dos edifícios, prestar às autoridade locais conhecimentos e instrumentos para uma gestão energética eficiente dos edifícios públicos (Edifícios e Energia, 2015).

Enquanto objetivo específico, pretendemos evidenciar os principais desafios energéticos, em especial no que diz respeito à má gestão dos consumos energéticos dos edifícios hoteleiros e, também, às questões energéticas que se colocam à sociedade no geral e à economia angolana em particular; apresentando um estudo de caso de pequena dimensão efetuado em dois edifícios hoteleiros (Hotel Fly e Hotel EPIC SANA). Para tal, apresentam-se propostas de melhoria com a implementação de tecnologias mais eficientes no âmbito das energias renováveis, como soluções viáveis, constituindo, uma contribuição fundamental para a continuação de uma política energética nacional, não servindo apenas do interesse da economia angolana, mas também da população e do meio ambiente que a rodeia. Irá, também, proceder-se a uma análise em torno das falhas que estão ligadas aos consumos de energia, fazendo propostas de incentivos aos consumidores para que tenham em conta as medidas usuais para minimizar ao máximo o custo dos consumos de energia nos edifícios residenciais e de serviços particulares.

1.2. Estrutura do Relatório

O presente Relatório de Projeto é composto por cinco capítulos.

No primeiro capítulo é feito o enquadramento do trabalho, indicados os objetivos do projeto e apresentada a estrutura do Relatório.

O segundo capítulo faz referência à importância do consumo de energia em edifícios e ao enquadramento legislativo português e angolano. Neste capítulo são ainda identificadas as tecnologias eficientes existentes para os sistemas de iluminação, de climatização e consumo de água que podem ser implementadas em edifícios de serviços.

O terceiro capítulo apresenta o estudo de caso do Hotel Fly e o quarto capítulo o estudo de caso do Hotel EPIC SANA. Para os dois edifícios foi usada a mesma metodologia: a caracterização física e energética dos edifícios; a identificação de algumas medidas de utilização racional de energia que possam ser implementadas nos edifícios e a avaliação económica das medidas identificadas.

Por fim, no quinto capítulo são apresentadas as principais conclusões deste Projeto e indicados alguns trabalhos futuros.

2. Eficiência Energética em Edifícios

2.1. A importância do consumo de energia em edifícios

O setor dos edifícios (habitação e serviços) é responsável pelo consumo de aproximadamente 40% da energia final na Europa e cerca de 30% no caso de Portugal (Diretiva 2010/31/EU do Parlamento Europeu e do Conselho). Porém, mais de 50% deste consumo pode ser reduzido através de medidas de eficiência energética, o que pode representar uma redução anual de 400 milhões de toneladas de CO₂, ou seja, quase a totalidade do compromisso da União Europeia (UE) no âmbito do Protocolo de Quioto (DGEG, 2002).

Perante esta realidade, os Estados-Membros têm vindo a promover um conjunto de medidas, com vista a conduzir a melhoria do desempenho energético e das condições de conforto dos edifícios, de acordo com a Diretiva 2002/91/CE, de 16 de dezembro e da sua reformulação, a Diretiva 2010/31/EU, de 19 de maio - ambas do Parlamento Europeu e do Conselho e dizem respeito ao desempenho energético dos edifícios.

No âmbito destas Diretivas é estabelecido o enquadramento geral para uma metodologia de cálculo do desempenho energético integrado dos edifícios, aplicação dos requisitos mínimos para o desempenho energético dos novos edifícios, bem como dos edifícios existentes que sejam sujeitos a importantes obras de renovação.

Por oposição à situação portuguesa e europeia, em Angola o consumo correspondente aos edifícios de serviços é de apenas 8% da energia final, não se encontrando ainda institucionalizado o conceito de eficiência energética (Cátia Ferreira, 2015). Apesar do setor dos edifícios não corresponder à maior fatia do consumo de energia, o peso deste não deixa de ser significativo, pelo que se deve considerar a avaliação do desempenho energético dos edifícios, promovendo a eficiência energética e reduzindo os custos (Cátia Ferreira, 2015).

2.2. Enquadramento legislativo - Portugal

No setor dos edifícios, a legislação portuguesa inclui regulamentação relativa ao desempenho energético dos edifícios, através do Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE) (Decreto-lei nº 118/2013, de 20 de agosto).

Com a publicação deste Decreto-lei foi assegurada a transposição para o direito nacional da Diretiva 2010/31/EU, bem como a revisão da legislação nacional referente ao SCE, em vigor desde 2006. Neste novo diploma único, estão incluídos do Regulamento de

Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação – REH (correspondente ao antigo Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios) e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços – RECS (correspondente ao antigo Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios) tornando-se deste modo mais clara a separação do âmbito de aplicação do SCE aos edifícios de habitação e aos edifícios de comércio e serviços.

A obrigatoriedade da implementação de um sistema de certificação energética tem como objetivo informar o cidadão sobre a qualidade térmica dos edifícios, aquando da construção, venda arrendamento ou locação dos mesmos, permitindo aos futuros utilizadores a obtenção de informações sobre os consumos de energia potenciais (para novos edifícios), reais ou aferidos para padrões de utilização típicos (para edifícios existentes).

Uma das novidades deste novo diploma é o da obrigação dos proprietários dos edifícios indicarem a classificação energética da fração ou edifício constante do respetivo pré-certificado (antiga Declaração de Conformidade Regulamentar – DCR) ou certificado SCE em todos os anúncios publicados com vista à venda ou arrendamento, obrigação esta que é extensível aos promotores ou mediadores da venda ou arrendamento, no âmbito da sua atuação.

Em conformidade com o Plano Europeu de Eficiência Energética (Comunicação da Comissão Europeia nº 109/2011), que refere que o setor público deve dar o exemplo, nomeadamente através da eficiência energética na despesa pública, da renovação dos edifícios públicos e dos contratos de desempenho energético, foi criado, a nível nacional, o Programa de Eficiência Energética na Administração Pública (Eco.AP) (Resolução do Conselho de Ministros nº 2/2011) e foi publicada uma nova lei sobre a matéria (Decreto-lei nº 29/2011). O Eco.AP traduz-se num conjunto de medidas de eficiência energética para a execução a curto, médio e longo prazo nos serviços, organismos e equipamentos afetos à prestação de serviços públicos.

2.3. Enquadramento legislativo - Angola

Em termos energéticos, não será errado afirmar que Angola possui diversidade e quantidade. Além de possuir inúmeros jazigos de petróleo, apresenta um potencial hidroelétrico notável, assim como várias reservas de gás natural. Porém, o setor elétrico de Angola não reflete as riquezas energéticas que o país possui, no sentido em que apenas uma pequena parte da população (26%) tem acesso à energia elétrica e o serviço é pouco regular,

ou seja, as falhas de energia são constantes. Por isso, é necessário melhorar o acesso aos serviços elétricos, tendo em conta aplicação de medidas de poupança no consumo deste mesmo serviço, pois é primordial para o desenvolvimento de Angola.

O Conselho de Ministros aprovou, por resolução no dia 14 de Janeiro de 2009, a criação de uma Comissão Interministerial para a Segurança Energética de Angola, com a incumbência de definir a Estratégia e Política Energética de Angola, elaborar o Plano de Segurança Energética Nacional e propor ao Governo o Modelo Institucional da Indústria de Fornecimento de Eletricidade e do Sector Petrolífero (PTSE, 2013). Foi aprovada pelo Decreto Presidencial n.º 256/11, de 29 de novembro, a Política e a Estratégia de Segurança Energética Nacional, que define as principais orientações estratégicas para o sector energético.

O sector energético em Angola deve quadruplicar a sua oferta até 2025 (consumo de 25 milhões de toneladas equivalentes de petróleo), assegurando um abastecimento regular, de qualidade e a custos competitivos às empresas e populações (PTSE, 2013).

A matriz energética angolana, apresentada na Figura 2.1, deverá sofrer alterações profundas, com o subsector elétrico a aumentar o seu peso na matriz energética de forma significativa (dos 3% atuais para 10-15% em 2025) e o subsector petrolífero a aumentar igualmente a sua importância (de 33% para cerca de 45-55%), em detrimento do elevado peso atual da biomassa.

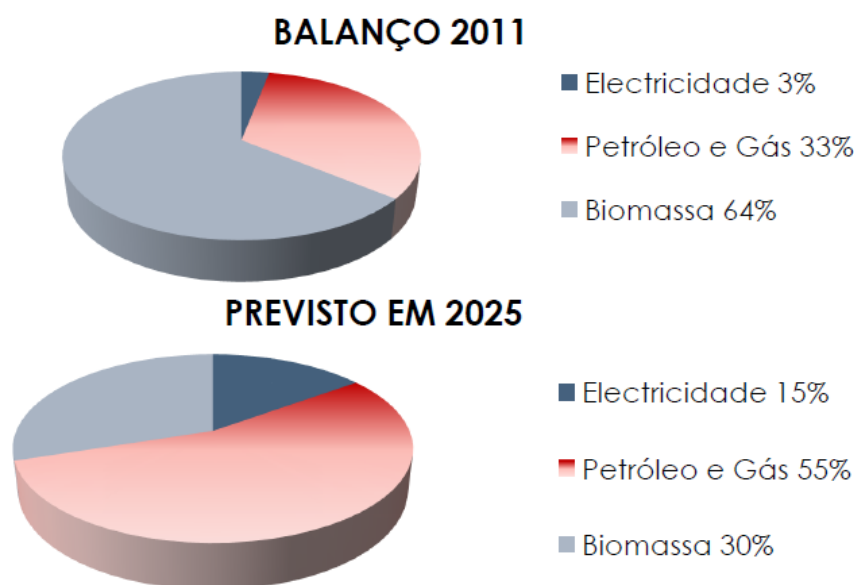


Figura 2.1 - Matriz Energética Angolana (Brito, 2013).

No setor elétrico angolano os principais intervenientes são:

1. Ministério da Energia e Águas (MINEA) - é o órgão do Governo responsável pelo setor da eletricidade, formula, conduz, executa e controla a política do Executivo nos

domínios da energia. A sua Direção Nacional de Energia é responsável pelo planeamento, coordenação e supervisão da produção, transporte e distribuição de energia.

2. Empresa Nacional de Eletricidade (ENE) - é uma empresa pública responsável pela produção, transporte, distribuição e comercialização de eletricidade. É também responsável por grande parte dos equipamentos de produção de energia no país e está presente em 15 das 18 províncias angolanas.
3. Empresa de Distribuição de Eletricidade (EDEL) - é responsável pelo fornecimento de eletricidade à capital do país, Luanda, sendo que aproximadamente 80% dos seus clientes são consumidores domésticos. A EDEL compra a sua eletricidade à ENE e, tal como a ENE, tem o estatuto de empresa pública.
4. Instituto Regulador do Setor Elétrico (IRSE) - é a entidade responsável pela regulação das atividades de produção, transporte, distribuição e comercialização de energia elétrica no Sistema Elétrico Público.

Da análise da Matriz Energética Angolana para 2025, assinala-se para o subsetor elétrico (Brito, 2013):

- Crescimento forte do parque de geração (do atual 1GW para 9GW em 2025), assente nos recursos hídricos e no gás natural;
- Potenciar o papel das energias renováveis, incluindo a geração com base em outros recursos endógenos (p. ex., combustão de recursos sólidos urbanos e resíduos florestais) ou agropecuários, biogás, etc.;
- Interligar os Sistemas Norte, Centro, Sul e Leste;
- Expandir a eletrificação (dos centros urbanos e campo) de forma geograficamente equilibrada com o objetivo de que haja a inclusão dos meios rurais com 50 a 60% da população até 2025;
- Assegurar a sustentabilidade económica e financeira (as tarifas atuais cobrem apenas 20% dos custos do sistema);
- Rearranjar o atual modelo organizativo-empresarial, através da criação de entidades públicas únicas para a Produção (com ativos da ENE e do GAMEK), Transporte (com ativos da ENE) e Distribuição/Comercialização (com ativos da ENE, da EDEL e das Estruturas Municipais);

- Potenciar fortemente o papel regulador em todo o processo de expansão e funcionamento, através do IRSE (Instituto Regulador do Setor Elétrico) e da AREA (Agência Reguladora de Energia Atômica);
- Promover a entrada de capital privado e de competências de construção e operação através da realização de Parcerias Público-privadas, e estabelecer regimes remuneratórios atrativos para investidores privados através da celebração de CAE Contratos de Fornecimento de Energia (PPA's) e tarifas diferenciadas (*feed-in tariffs*) em casos específicos;
- Estabelecer associação entre a Empresa de Produção de eletricidade e a Sonangol para o caso das centrais que funcionem com gás natural.

O Programa de Transformação do Setor Elétrico (PTSE) visa ainda contribuir para o cumprimento dos objetivos do setor, definidos no âmbito da Política e Estratégia de Segurança Energética Nacional:

- Melhorar a prestação do serviço público com reconhecimento pela população;
- Garantir a qualidade e eficiência operacional das empresas públicas;
- Garantir a eficiência do modelo tarifário para redução da subsidiação do setor;
- Garantir o retorno dos investimentos.

Relativamente às energias renováveis, o diploma Decreto Presidencial n.º 256/11 reconhece a necessidade da sua promoção e da sua potenciação, enquanto tecnologias preferenciais em sistemas isolados. Assume a necessidade de incentivo ao investimento através de políticas públicas ajustadas à competitividade de cada fonte. A promoção das energias renováveis passará pelo aproveitamento dos potenciais de recursos hídricos que já estão identificados, e pelo potencial da energia solar e da energia eólica, salientando-se a rapidez na respetiva implementação e a menor necessidade de manutenção face a outros tipo de produção.

2.4. Sistemas de Iluminação Eficientes

Por melhor que seja o aproveitamento da luz natural num edifício, existe sempre a necessidade de utilizar luz artificial, quer seja nos períodos noturnos, nos dias mais enevoados ou para complementar a luz natural quando esta fica abaixo de níveis aceitáveis.

Nos edifícios de serviços, onde a utilização de luz artificial é feita frequentemente durante o dia, tem como consequência um consumo de energia elétrica para iluminação que chega a atingir 50% do consumo total de eletricidade desses edifícios. Quando se utilizam lâmpadas pouco eficientes, parte da energia elétrica consumida é convertida em calor provocando o aumento da temperatura ambiente.

Nos meses quentes do ano, o recurso a sistemas de climatização que garantam condições de conforto térmico no interior do edifício tem vindo a aumentar. O acréscimo de calor gerado pela iluminação artificial que faz aumentar a temperatura ambiente reflete-se diretamente no aumento do consumo de energia dos sistemas de climatização. Portanto, quanto mais eficiente for a iluminação artificial, ou seja, quanto menor for a conversão em calor que ocorre na lâmpada, menor será o consumo dos sistemas de climatização.

2.4.1 Tecnologias de Iluminação

O desenvolvimento de lâmpadas mais eficientes (de baixo consumo energético) a par de uma ampla variedade de luminárias (candeeiros) tornaram possível atingir significativas poupanças de energia na iluminação. Referem-se sucintamente as lâmpadas que são presentemente utilizadas nos edifícios hoteleiros analisados ao longo deste projeto e às lâmpadas mais eficientes que podem vir a ser instaladas.

Lâmpadas incandescentes

As lâmpadas incandescentes (Figura 2.2) são dispositivos elétricos que transformam energia elétrica em energia luminosa e energia térmica através do efeito de *Joule*. Este tipo de lâmpada apresenta uma fraca eficiência energética (15 lm/W), um pequeno tempo de vida útil (cerca de 1000 horas).



Figura 2.2 - Lâmpadas incandescentes (Wikipédia, 2004).

Lâmpadas de halogéneo

As lâmpadas de halogéneo (Figura 2.3) oferecem mais luz com potência menor ou igual à das incandescentes comuns, além de possuírem uma vida útil mais longa (entre 2.000 e 4.000 horas). São usadas em projetores com diversas aplicações na iluminação de interiores e exteriores e, em particular, nos faróis dos automóveis.



Figura 2.3 - Lâmpadas de halogéneo (Alibaba Group, 2015).

Lâmpadas fluorescentes compactas

Atualmente existe uma grande diversidade de lâmpadas mais eficientes. Exemplo disso são as lâmpadas fluorescentes compactas (LFC) que resultaram do desenvolvimento de uma tecnologia mais eficiente (Figura 2.4).

A sua comercialização iniciou-se na década de oitenta do século passado, apresentando-se no mercado, com ou sem balastro integrado na lâmpada.



Figura 2.4 - Lâmpadas fluorescentes compactas (CFL) (Araújo, 2015).

As primeiras, destinadas a substituir as lâmpadas incandescentes, foram desenhadas para poderem ser utilizadas nos mesmos casquilhos, porquanto que a utilização das últimas tem sido orientada para a iluminação de edifícios comerciais. A sua introdução no mercado tem vindo a afirmar-se de modo progressivo, constituindo uma alternativa, mais eficiente, relativamente às lâmpadas incandescentes. Se considerarmos o seu período de vida útil, comparativamente com o das lâmpadas incandescentes são, por certo, mais económicas.

Convertem cerca de 25 % da energia que consomem em luz visível e, por isso, aquecem muito menos, sendo mais seguras quando estão em funcionamento. Uma outra vantagem quando são comparadas com as lâmpadas incandescentes é o seu mais longo tempo de vida útil, entre 5000 e 25 000 horas.

Lâmpada LED (“Light Emitting Diode”)

Este tipo de lâmpada apresenta um elevado rendimento luminoso e um bom índice de restituição de cor. Na Figura 2.5, são apresentadas algumas lâmpadas LED existentes no mercado.

As lâmpadas LED’s mais eficientes apresentam eficiências de 50 lm/W, o que é quatro vezes mais do que as lâmpadas incandescentes (12 lm/W) e não muito distante das lâmpadas fluorescentes compactas. O objetivo da indústria visava atingir uma eficiência de 200 lm/W, a preços competitivos, até 2010. As melhores LED’s de luz branca (LED de alto brilho ou HB-LED) têm um período de vida de 35 000 horas em funcionamento contínuo, enquanto uma lâmpada incandescente de 75 W dura aproximadamente 1000 horas e uma LFC dura entre 8 000 a 12 000 horas.



Figura 2.5 - Lâmpadas LED (MASONLED, 2002).

Apresentamos, assim, algumas das vantagens da iluminação LED:

- Elevada eficiência luminosa (produção de luz x potência elétrica aplicada);
- Retorno de cores do ambiente com variadas combinações;
- Longa duração comparativamente com as fontes incandescentes;
- Circuitos eletrônicos mais simples e mais fiáveis;
- Não emite calor (infravermelho);
- Produção direta ou combinada de luz branca;
- Redução do consumo de eletricidade;
- Impacte ambiental diminuto;
- Flexibilidade de cores e de iluminação;
- Dimensão reduzida.

No presente a iluminação com LED, apesar de ser vantajosa do ponto de vista do consumo da energia, é ainda uma tecnologia muito cara. Espera-se que os avanços tecnológicos permitam num futuro muito próximo a sua utilização em alternativa às tecnologias atuais.

2.5. Sistemas de Climatização Eficientes

O conforto humano num edifício depende de diferentes fatores: temperatura e velocidade do ar, temperatura radiante média das superfícies, humidade relativa e odores e não é igual para todos os indivíduos, uma vez que dependerá da idade, da quantidade de roupa usada e ainda da atividade. Por isto, torna-se difícil num edifício de acesso público ter as condições ideais para todos os ocupantes (Almeida *et al.*, 2007). No entanto, existem boas práticas que garantem um conforto médio e simultaneamente permitem poupar energia, como é o caso do estabelecimento de uma temperatura de referência adequada, evitando os choques térmicos (edifícios muito frios no verão e muito quentes no inverno).

Os sistemas de climatização usados nos edifícios para além de proporcionarem conforto térmico aos ocupantes devem garantir a qualidade do ar dentro dos parâmetros aceitáveis, pelo que, e dependendo da utilização do edifício, os sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado (AVAC) podem ser grandes consumidores de energia. Isto mesmo se verifica em Angola, e particularmente da cidade de Luanda, onde o uso do sistema de ar-condicionado é intensivo, praticamente de 24 por dia.

Num edifício, a redução de consumos de energia com os sistemas AVAC pode ser obtida de duas formas: com a redução das cargas impostas aos sistemas, através da incorporação de técnicas solares passivas; através da utilização de equipamentos AVAC mais eficientes, corretamente dimensionados e com uma operação e manutenção otimizadas (Almeida et al., 2007).

Alguns princípios gerais para a gestão de energia nos sistemas AVAC, para além da utilização de conceitos passivos (orientação de uso dos edifícios, palas sombreadoras, materiais adequados, etc.); são apresentados em Almeida *et al.* (2007):

- Otimização do controlo (utilizar apenas quando é necessário) e da capacidade (equipamentos corretamente dimensionados);
- Redução da carga, através da redução de infiltrações e de perdas por condução ou radiação);
- Utilização de processos e de equipamentos eficientes;
- Recuperação de calor através do aproveitamento de calor dos fluídos aquecidos;
- Capacidade de armazenamento de energia.

Almeida *et al.* (2007) indicam também algumas estratégias de controlo dos sistemas AVAC:

- Controlar a temperatura;
- Minimizar a saída do ar durante o aquecimento;
- Reduzir ventilação excessiva;
- Usar ar externo para arrefecimento quando se possa (*free-cooling*);
- Reduzir excesso de humidificação e desumidificação;
- Reduzir excesso de capacidade de aquecimento / arrefecimento.

2.6 Consumo Eficiente de Água

A água potável não é um recurso ilimitado no planeta e a sua utilização, essencial para a vida, está condicionada por várias ameaças, como são o aumento do consumo provocado pelo desenvolvimento das populações, o aumento da poluição e a deterioração das fontes causado pelo uso indevido dos solos e pelas alterações climáticas que originam diminuição da pluviosidade em algumas zonas do planeta (PNUEA, 2012). A consciência de que a água é um recurso vital e limitado tem aumentado o interesse e a necessidade de uma utilização cada vez racional da água disponível, através do aumento da eficiência da sua utilização, sem pôr em causa os objetivos ao nível das necessidades vitais, da qualidade de vida e do desenvolvimento socioeconómico.

Em Portugal, O Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (PNUEA) tem com principal finalidade a promoção do uso eficiente da água em Portugal, especialmente nos sectores urbano, agrícola e industrial, contribuindo para minimizar os riscos de escassez hídrica e para melhorar as condições ambientais nos meios hídricos (PNUEA, 2012). A eficiência hídrica deverá caminhar lado a lado, por exemplo, com a eficiência energética, contribuindo para uma gestão mais otimizada dos recursos hídricos.

Em Angola, um dos países com uma rede hidrográfica invejável com muitos rios pelo país, segundo as autoridades nacionais apenas metade dos estimados 16 milhões de habitantes têm acesso a água potável canalizada (Deutsche Welle, 2015). As razões para esta situação prendem-se com os problemas de captação, com dificuldades com estações de armazenamento, de tratamento e de distribuição de água. Luanda é a cidade angolana mais problemática em relação à falta de água, principalmente devido ao crescimento desordenado. A cidade dispõe de várias subestações de captação e tratamento, porém muitos bairros ainda não têm acesso a água canalizada.

O Governo de Angola tem vindo a implementar, há alguns anos, um programa de âmbito nacional para levar água a todos. Os documentos importantes sobre a política de águas incluem a Lei de Águas de Angola de 2002 (Lei da Assembleia Nacional nº 6/02, de 21 de junho), O Programa de Desenvolvimento do Sector das Águas de 2004 (ao abrigo da Resolução do Conselho de Ministros nº 10/04, de 11 de junho) em que se um Plano de Ação de Curto Prazo e um Plano de Ação Estratégico do Sector das Águas para o Período 2004-2016.

A Lei de Águas prevê um sistema de taxas e tarifas sobre o uso privado e o seu objetivo é o de promover o uso razoável de água, a conservação da água e a minimização da poluição. A aplicação de tarifas baixas aos grupos de baixo rendimento garante o abastecimento de água

suficiente para a higiene básica e o consumo. O sistema tarifário diferenciará os utilizadores urbanos e os rurais bem como os diferentes tipos de consumidores. A proteção da qualidade da água é salvaguardada através da inclusão do princípio de poluidor-pagador.

Uma utilização eficiente da água pode ser conseguida com auxílio de equipamentos atualmente existentes no mercado, como seja a integração de um regulador de caudal dinâmico e um inovador sistema de admissão tripla otimizado para oxigenação e volumização da água por efeito de Venturi, isto é, a redução do caudal de água misturando-lhe ar (Figura 2.6)



Figura 2.6 - Sistema Venturi (ECOplug, 2015).

Este regulador de caudal pode ser instalado em chuveiros de mão (Figura 2.7) ou chuveiros fixos (de parede) (Figura 2.8), pois são compatíveis a 90% dos modelos de chuveiros comercializados.

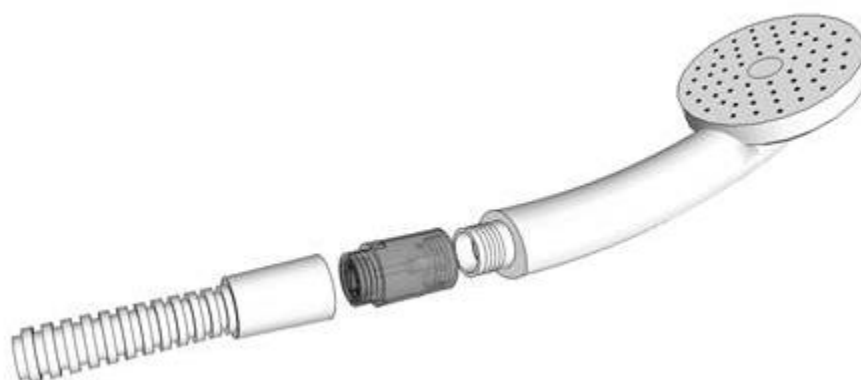


Figura 2.7 - Chuveiro de mão com regulador de caudal (SOLARPROJECT, 2008).

Este dispositivo, o regulador de caudal, permite reduzir o consumo de água entre 10% e 40%, sem afetar a velocidade e a projeção da água à saída do chuveiro. A poupança será tanto maior quanto maior for a pressão da água na instalação (SOLARPROJECT, 2008). A redução do consumo de água reduz as despesas diretas com o seu abastecimento e aquecimento

(eletricidade ou gás), bem como a frequência de abastecimento, sendo este último aspeto uma importante vantagem em Luanda/Angola.

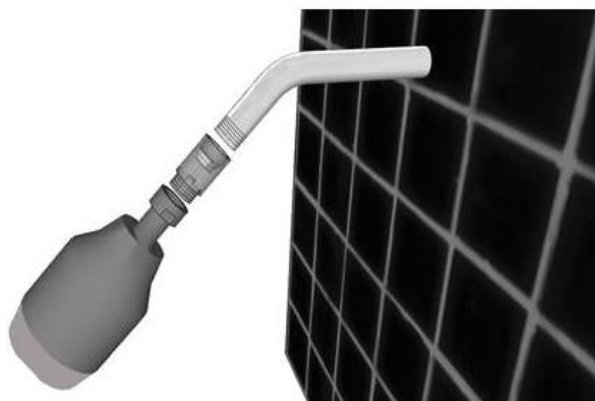


Figura 2.8 - Chuveiro fixo com regulador de caudal (SOLARPROJECT, 2008).

2.7. Near Zero Energy Buildings

Como já referido, os edifícios têm um impacto significativo no uso da energia e no ambiente e prevê-se que o consumo de energia em edifícios vai continuar a aumentar. Torna-se, por isso, necessário incrementar as medidas já existentes e adotar novas medidas que permitam reduzir as necessidades energéticas dos edifícios sem reduzir os níveis de conforto dos seus ocupantes. Os edifícios com desempenho energético elevado, com necessidades quase nulas de energia ou muito pequenas e que deverão ser garantidas através de fontes de energia renovável são os designados *Near Zero Energy Buildings* (NZEB) (Figura 2.9).

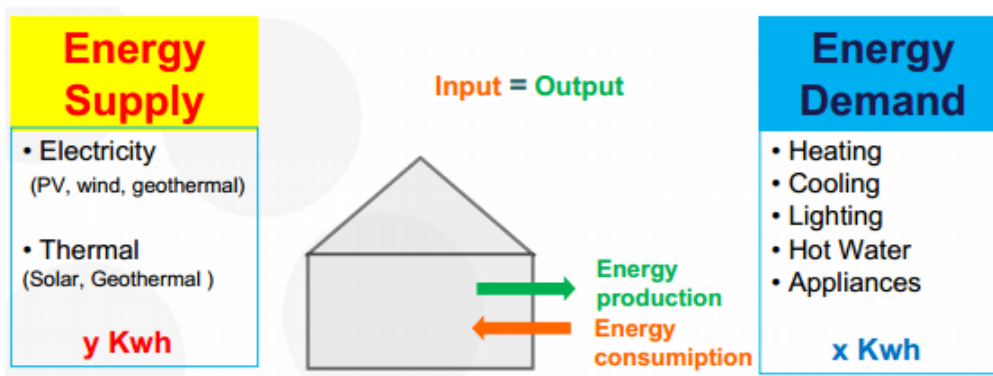


Figura 2.9 - Definição de um Near Zero Energy Building (Gonçalves, 2010).

A Diretiva 2010/31/UE do Parlamento Europeu e do Conselho de relativa ao desempenho energético dos edifícios, no seu Artigo 9º, Edifícios com necessidades quase

nulas de energia estabelece que os Estados Membros asseguram que: a) o mais tardar em 31 de Dezembro de 2020, todos os edifícios novos sejam edifícios com necessidades quase nulas de energia; e b) após 31 de Dezembro de 2018, os edifícios novos ocupados e detidos por autoridades públicas sejam edifícios com necessidades quase nulas de energia.

Os Estados-Membros elaborarão planos nacionais para aumentar o número de edifícios com necessidades quase nulas de energia. Os planos nacionais podem incluir objetivos diferenciados consoante a categoria de edifícios em causa.

As exigências que os NZEB's impõem, obrigam a que todos os fatores que contribuem para o desempenho energético sejam convenientemente acautelados na conceção, construção e renovação dos edifícios (Torcellini et al., 2006; NHBC Foundation, 2009a):

- Local de construção e integração urbana;
- Otimização na conceção do edifício (orientação, desenho, materiais, proteções solares, qualidade do ar interior, etc.);
- Integração de sistemas e equipamentos devidamente dimensionados e eficientes;
- Utilização de energia proveniente de fontes renováveis;
- Avaliação do desempenho com base em valores de referencia, atendendo ao ciclo de vida económico estimado do edifício;
- Adequada utilização dos edifícios, que também pode passar pela alteração de comportamentos.

Em relação aos edifícios existentes, as medidas de eficiência energética a aplicar na envolvente dos edifícios já existentes podem realizar-se através de (Sá, 2010):

- Reforço da sua proteção térmica (aumento do isolamento térmico), controlo de ganhos solares;
- Controlo das infiltrações de ar (reabilitação da caixilharia exterior);
- Recurso a tecnologias solares passivas (arrefecimento evaporativo, cores claras nas fachadas, melhoria do arrefecimento passivo e ventilação natural).

Apresentam-se alguns projetos bem-sucedidos no sentido dos *Near Zero Energy Buildings* (NHBC Foundation, 2009).

Zero Emission House - Austrália

A *zero energy house* é uma casa de 4 quartos (Figura 2.10) que foi projetada de forma a libertar até 70% menos de energia do que uma casa tradicional de tamanho semelhante através

de um *design* cuidado, considerando o clima, fontes de águas quentes, aquecimento e arrefecimento. A habitação vai também incorporar um sistema de gestão de energia e vai ser usada em fase experimental durante 1 ano.



Figura 2.10 - Australia's Zero Emission House em Melbourne (NHBC Foundation, 2009).

Dongtan Eco-City - China

Dongtan Eco-City (Figura 2.11) foi planeada para ser uma cidade amiga do ambiente com zero emissões de GEE e sustentável em termos de água e energia. Comparativamente a uma cidade da mesma dimensão, Dongtan atingiu os seguintes objetivos: Redução em cerca de 60% do impacto ambiental; Redução em 66% da procura de energia; Utilização de 40% de energia biológica; Utilização de 100% de energias renováveis para edifícios e transportes; Redução de lixo em cerca de 83% e Emissões de carbono nulas.

A estratégia para atingir estas metas passou por arriscar na climatização de alta performance, usar equipamentos de alta eficiência e promover mecanismos para encorajar os moradores a poupar energia. A energia que alimenta a cidade é proveniente de ciclo combinado e de uma central de biomassa (casca de arroz), um parque eólico, biogás extraído do lixo municipal, e sistemas de produção de energia elétrica integrados em edifícios (painéis fotovoltaicos e microturbinas).



Figura 2.11 - Dongtan Eco-City na China (NHBC Foundation, 2009).

Skotteparken Egebjerggard - Dinamarca

Skotteparken é um projeto de edifícios experimental que tem como objetivo uma poupança de cerca de 60% em aquecimento e águas quentes, bem como uma redução no consumo de energia e água. As habitações, como a que é ilustrada na Figura 2.12, são aquecidas através da energia solar e de baixo consumo que é atingido através de: Combinação de isolamento extra; Disposição das janelas; Recuperação de calor água quente solar; Aquecimento distrital das centrais de ciclo combinado; Aquecimento local e medição do consumo de água; Sistema de gestão de energia e Armazenamento da água das chuvas;



Figura 2.12 - Skotteparken Egebjerggard em Ballerup (NHBC Foundation, 2009).

Vauban - Alemanha

Vauban é um bairro localizado 4 km a sul do centro de Freiburg, Alemanha, com 5000 habitantes (Figura 2.13). Todas as casas em Vauban são construídas com o *standard* de baixo consumo energético – máximo de 65 kWh/m² (a média de consumo numa casa nova alemã é de cerca de 100 kWh/ m² e nas antigas é de cerca de 200 kWh/ m²). As tecnologias de baixo consumo aplicadas incluem centrais de ciclo combinado, coletores solares e painéis fotovoltaicos.



Figura 2.13 - Vauban em Freiburg (NHBC Foundation, 2009).

Kanangawa hybrid Z - Japão

A habitação (Figura 2.14) é constituída por materiais de isolamento de grande qualidade, aquecimento solar passivo no inverno e sombra no verão. As normas de isolamento são duas vezes mais eficientes que as definidas pelo National Government's Energy-Saving Standards. Inclui também um sistema de bomba de calor para aquecimento e arrefecimento das águas, um painel montado na parede baseado em sistema de ar-condicionado que usa água aquecida ou arrefecida e um sistema de painéis fotovoltaicos com 9.5 KW que cobre o telhado por inteiro [20].



Figura 2.14 - Kanagawa Hybrid Z (NHBC Foundation, 2009).

Beddington Zero Energy Development (BedZED) - Reino Unido

BedZED, que se pode observar na Figura 2.15, é a *ecovillage* maior do Reino Unido composta por 100 habitações, espaços comunitários e escritórios para 100 pessoas. É habitado desde 2002 e os requisitos de aquecimento numa casa destas são cerca de 10% comparando com uma casa típica. As casas beneficiam do ganho solar passivo, possuem vidro triplo e níveis elevados de insulação. Estudos realizados em 2003 permitiram concluir que as necessidades de aquecimento na BedZED são 88% menores do que a média no Reino Unido, o consumo de água quente é 57% menor, o consumo de energia elétrica é 25% menor. Uma central de ciclo combinado, alimentado a pedaços de madeira reciclados satisfaz a maior parte das necessidades energéticas.



Figura 2.15 - Beddington Zero Energy Development (NHBC Foundation, 2009).

Vista Montaña Zero Energy Community - Estados Unidos da América

É a maior comunidade Zero Energy com 177 casas, 80 *town houses* e 132 apartamentos (Figura 2.16). Todas as casas dispõem de um sistema fotovoltaico de 1,2-2,4 kW e uma seleção de medidas de eficiência energética incluindo maior insulação, pisos radiantes, tecnologia AVAC avançada, etc. As casas foram desenhadas para reduzir a conta de energia até 90%.



Figura 2.16 - Vista Montaña Zero Energy Community em Watsonville (NHBC Foundation, 2009).

3. Estudo de Caso 1 – Hotel Fly

3.1. Caracterização física e energética do edifício

O Hotel Fly está localizado dentro da cidade de Luanda, junto ao aeroporto doméstico. Sendo de fácil localização, está implantado num lote de terreno de configuração retangular em planta, com aproximadamente 23 x 72,5 m².

O edifício (Figura 3. 1) é composto por cave, destinado a garagem; rés-do-chão para zonas sociais/comuns e quatro pisos elevados, destinados a habitações, e cobertura. O hotel tem 52 quartos distribuídos pelos quatro pisos, 28 dos quais possuem apenas uma casa de banho e os restantes 24 possuem duas casas de banho.



Figura 3. 1 – Imagens do Hotel Fly.

A água quente sanitária é obtida a partir de esquentadores ou caldeiras elétricas e pelo uso de termoacumuladores, como os mostrados na Figura 3. 2.

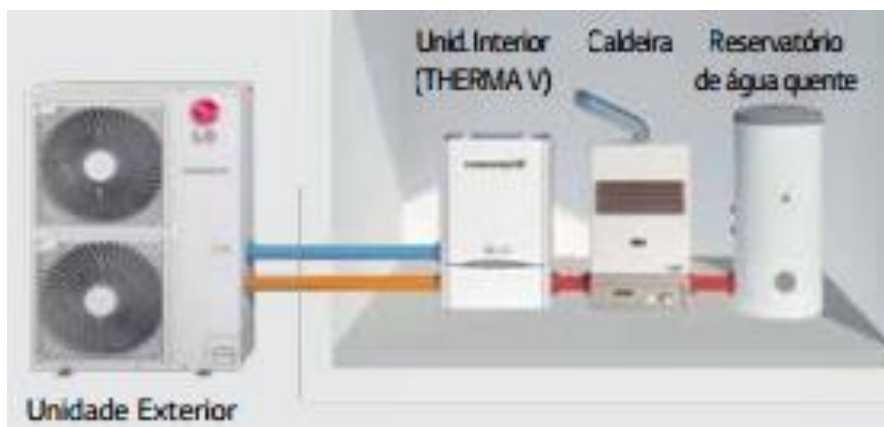


Figura 3. 2 - Esquentadores ou caldeiras elétricas.

O sistema de bombagem de água do Hotel Fly é constituído por dois depósitos de água (Figura 3. 3): um de água bruta (em que o seu abastecimento é feito pela rede de uma canalização geral, ou por abastecimento de cisternas) e outro de água tratada. Este último está ligado à chamada bomba de “trasfega” que tem como função o transporte da água bruta através dos filtros para o segundo depósito, a uma pressão de 0 a 10 bar, consoante a quantidade de água. Ambos os depósitos têm uma capacidade de armazenamento de 50 000 litros de água. O reservatório de água já tratada está ligado a três eletrobombas que, por sua vez, estão ligadas a um balão de ar, ajudando a subida da água com maior pressão para o edifício.

As primeiras incluem um mínimo de 2 grupos eletrobomba (de forma a garantirem reserva mútua ativa), um reservatório de ar comprimido, quadro elétrico e restante equipamento de sinalização, controlo e medida, como mostrado na Figura 3. 4.



Figura 3. 3 - Depósitos da água bruta e da água potável.



Figura 3. 4 - Central hidropneumática.

O funcionamento dos grupos é controlado pela pressão no interior do reservatório de ar comprimido (RAC). Quando as torneiras se abrem, a água é retirada do reservatório de ar comprimido, a pressão pode descer até aos níveis de arranque e a primeira bomba entra em

funcionamento. À medida que o consumo aumenta, mais bombas arrancam para satisfazer o consumo. Como o caudal que entra é superior ao que sai, a pressão aumenta, podendo ocorrer paragem da bomba através do sensor de pressão. À medida que o consumo decresce, mais bombas serão desligadas.

Para reduzir a dimensão do reservatório de ar comprimido, a potência dos grupos e para poupar energia, os pisos inferiores são abastecidos diretamente pela rede pública. Só no caso de haver falha do abastecimento direto da rede pública é que passa automaticamente pelo abastecimento de cisternas, enquanto os pisos superiores são abastecidos pela central.

Um outro problema, face à escassez de pressão constante, são as centrais com bombas de velocidade variável. Ou seja, independentemente do consumo em instalações prediais e devido à necessidade de obter uma pressão constante, de manter um nível constante de esgoto, de manter constante a temperatura em sistemas de aquecimento ou arrefecimento de líquidos e, ainda, de manter um caudal constante em sistemas de processamento com recirculação, foram instaladas bombas com motor de rotação variável no Hotel Fly (Figura 3. 5).



Figura 3. 5 - Central hidropneumática de velocidade variável.

O rendimento das bombas centrífugas está diretamente relacionadas com a velocidade da sua rotação. Então, se a velocidade for aumentada:

- O caudal aumenta proporcionalmente à velocidade;
- A pressão aumenta proporcionalmente ao quadrado da velocidade;
- A potência aumenta proporcionalmente ao cubo da velocidade;
- O rendimento permanece praticamente inalterado, mas é aplicado ao novo caudal.

3.1.1. Funcionamento das eletrobombas

As eletrobombas só são ativadas quando há consumo de água e o seu funcionamento é intercalado, isto é, enquanto uma estiver em funcionamento as restantes mantêm-se em repouso e assim sucessivamente (Figura 3. 6). A pressão máxima permitida é de 10 Bar, funcionando normalmente com uma pressão de 5 Bar. O rendimento das eletrobombas varia consoante o uso da quantidade de água. A título exemplificativo, observou-se que funcionou a uma pressão de 4.6 Bar e com um rendimento de 75% durante o dia 09-05-2014 das 09h:30 as 13h:00 e no dia 12-05-2014, tendo havido uma ligeira variação de pressão de 4,9 Bar e um rendimento de 77% das 16h:15 as 17h:30 do mesmo dia.



Figura 3. 6 - Funcionamento de eletrobombas.

Características das eletrobombas:

- Potência: 300 kW;
- Altura máxima do caudal: 91.8m;
- Temperatura do líquido: -20 °C - +90 °C;
- Pressão máxima: 16 Bar;
- Pressão mínima: 5 Bar.

É também necessário um equipamento de leitura (Figura 3. 7) para o tratamento da água e que é constituído por uma pequena bomba que transporta o líquido do sistema de tratamento de água para o reservatório de água potável onde, posteriormente, sai para a distribuição do edifício por completo.



Figura 3. 7 - Equipamento de leitura.

A par dos equipamentos anteriores há também um conjunto de filtros que controlam as impurezas dos tanques reservatórios de água (Figura 3. 8) e um barril de 80 litros, dentro do qual é inserido o produto purificador de água (cloro) para o uso final do consumidor (Figura 3. 9). Este tratamento é feito de três em três dias de modo a não exceder a dose normal do cloro.



Figura 3. 8 - Filtro de impurezas.



Figura 3. 9 - Reservatório de tratamento de água.

Existe, ainda, a bomba de trasfega de cana, idêntica à apresentada na Figura 3. 10. Esta bomba é usada no sistema de tratamento do Hotel Fly para transferência de todo o tipo de líquidos, desde líquidos neutros, corrosivos ou inflamáveis, de acionamento manual, elétrico normais ou pneumáticos, com opção de variador de velocidade, capacidade até 9 m³/h, de

grande versatilidade e facilidade de adaptação de peças e acessórios. Neste caso, está a funcionar especificamente no sistema de tratamento de água potável.



Figura 3. 10 - Bomba de trasfega de cana (Hidroinova, 2012).

3.1.2. Sistema de Bombagem de incêndio

O sistema de bombagem de incêndio é constituído por um quadro elétrico geral ligado a três bombas que são ativadas quando há perigo de incêndio. Em caso de emergência, isto é, quando há perigo de incêndio, em primeiro lugar é ativada a bomba mais pequena (a chamada bomba "Jockey"), acionando sucessivamente as restantes quando o perigo é acentuado, ou seja, quando há maior propagação de incêndio e o alarme é acionado automaticamente (Figura 3. 11e Figura 3. 12).



Figura 3. 11 - Sistema de bombagem de incêndio.



Figura 3. 12 - Bomba Jockey.

A bomba Jockey é um equipamento para manutenção da pressão em sistemas de combate ao incêndio com a finalidade de evitar ciclismo desnecessário da bomba de incêndio principal. Esta bomba opera (parte e para) automaticamente na linha do sistema, garantindo

sempre a pressão nominal contra pequenas perdas. A sua potência é de 37kW, caudal de 240 m³/h e altura máxima de 150m.

Dentro do sistema de bombagem encontram-se, ainda, três quadros elétricos. Dois quadros estão ligados a um sistema submerso, isto é, o primeiro ligado às águas residuais e o segundo está ligado às águas negras (esgotos, fossas, etc.). O terceiro é o quadro geral que alimenta todo o sistema de bombagem. É constituído por 9 disjuntores, compostos por proteções diferenciais em caso de curto-circuito, por três fazes (L1, L2, L3) e um corte geral de todo o sistema.

3.1.3. Sala técnica de iluminação geral

A par do sistema de bombagem, há também a sala técnica de iluminação geral onde se encontram os seguintes quadros:

- 1) Quadro da entrada principal - recebe diretamente do posto de Transformação (PT) (eletricidade proveniente da rede geral), passando para a rede geral do disjuntor de baixa tensão (BT) para o quadro constituído por disjuntores de diferentes áreas: disjuntor de blocos autónomos; disjuntor que alimenta o quadro de abastecimento automático dos geradores e ventiladores (Figura 3. 13);



Figura 3. 13 - Disjuntor ligado ao sistema de ventilação.



Figura 3. 14 - Quadro geral de todos os pisos.



Figura 3. 15 - Quadro da lavandaria

- 2) Quadro geral de todos os pisos (QP1, QP2, QP3) (Figura 3. 14);
- 3) Quadro da lavandaria, do piso A, 1 e 2 (Figura 3. 15);
- 4) Quadro de alimentação para o piso 0;
- 5) Quadro constituído por disjuntores que alimentam as tomadas e a iluminação da cave, elevadores, escadas, garagens e tomadas do piso 0;

6) Quadro geral de abastecimento automático dos geradores.

Dentro da sala técnica de iluminação geral encontra-se também instalado um sistema de Autômatos, constituídos por inversores, para a conversão da energia vinda da rede geral e do conjunto de geradores.

Todos os quadros estão constituídos por cortes gerais em caso de ocorrer uma falha, anomalia ou curto-circuito.

3.1.4. Lavandaria

Como em qualquer hotel, existe uma lavandaria onde se encontra uma máquina de lavar, uma máquina de secar (Figura 3. 16) e três tábuas ou mesas de engomar (Figura 3. 17), cujas características são apresentadas na Tabela 3. 1.



Figura 3. 16 - Máquina de lavar e máquina de secar a roupa.

Tabela 3. 1 - Características das máquinas da lavandaria

	Máquina de lavar	Máquina de secar	Máquinas de engomar	
Potência	30KW	24.8KW	Potência	400W
Tensão	400Vac	400Vac	Potência do aspirador	90W
Corrente	46A	36 ^a	Tensão	230Vac
Frequência	50-60Hz	50-60Hz	Peso	18Kgs
Peso	940Kgs	254Kgs		



Figura 3. 17 - Máquinas de passar a ferro.

Encontra-se ainda dentro da lavanderia uma outra máquina da marca “*Calanda*” (Figura 3. 18 - Máquina de marca “*Calanda*”.) para engomar os lençóis de grandes dimensões e cortinados. As características desta máquina são apresentadas na Tabela 3. 2.



Figura 3. 18 - Máquina de marca “*Calanda*”.

Tabela 3. 2 - Características da máquina de engomar (“*Calandra*”).

Potência	12.32KW
Potência de aquecimento	11.4KW
Tensão	400Vac
Peso	221Kgs
Velocidade	2.7-4.3m/min

3.1.5. Sala dos geradores

O grupo gerador (Figura 3. 19) está destinado a assegurar a alimentação de energia a equipamentos e instalações essenciais ao funcionamento do edifício e é constituído por um sistema de arranque automático, ou manual para quando se verifica falta de energia abastecida pela rede pública ou desequilíbrio de tensões. O funcionamento dos geradores é simultâneo de forma a garantir, inequivocamente, o fornecimento de energia elétrica ao edifício. Cada gerador possui uma potência de 250 kVA, sendo que ambos se alimentam de um depósito de combustível com capacidade de 12000 litros. O grupo gerador estabelecido é fiável e seguro. Está pronto para o arranque automático, suportando cargas com uma qualidade de serviço otimizada. Dentro da sala dos geradores de emergência encontram-se dois ventiladores (Figura 3. 20) que ativam automaticamente após o arranque do grupo gerador, isto é, quando há oscilações, desnível de tensão, corte ou falha da energia vinda da rede geral.



Figura 3. 19 - Grupo gerador.



Figura 3. 20 - Ventiladores ligados ao grupo gerador.

A potência que está prevista para este grupo gerador, em condições de 50Hz, 230/400 é de 450kVA em regime contínuo, de modo a salvaguardar uma pequena reserva de potência para uma eventual aplicação de algum equipamento adicional. A carga que está prevista sobre o grupo gerador de emergência em caso de falha de energia é de 390 kVA, aproximadamente.

As tolerâncias de frequência e de tensão impostas pela carga e respeitadas pelo grupo gerador em qualquer tipo de situações de carga são as apresentadas na Tabela 3. 3

Tabela 3. 3 - Tolerâncias de tensão e frequência.

Tensão	230/400 \pm 5%
Frequência	50Hz \pm 1Hz

A regulação de tensão de desequilíbrio de fases até 30%, em regime permanente, não pode ultrapassar \pm 5%. A regulação da frequência, mesmo a 100% de desequilíbrio de fases,

em regime permanente, é de $50\text{Hz} \pm 2\text{Hz}$. O regulador elétrico é ajustado para que os 50Hz sejam atingidos a 3/4 de carga.

Torna-se necessário observar as condições de funcionamento de arranque e paragem do Grupo Diesel - Elétrico. As condições de arranque e paragem deste Grupo são as que a seguir se indicam:

- Entrada em funcionamento automático por falta de tensão na rede;
- Quando a tensão ultrapassa o seguinte intervalo:

$$230/400 + 8\% < U < 230/400 - 8\%$$

- Quando a frequência ultrapasse o seguinte intervalo:

$$50 + 1,0\text{Hz} < f < 50 - 1,0\text{Hz}$$

O Grupo Diesel após ter entrado em funcionamento por terem sido ultrapassadas as condições de arranque, só volta a receber ordem de paragem quando a tensão e a frequência da rede pública tiverem atingido os seguintes valores, de uma forma claramente estabilizada:

$$231/400 + 5\% < U < 231/400 - 5\%$$

$$50 + 0,5\text{Hz} < f < 50 - 0,5\text{Hz}$$

Os valores das tolerâncias referidas no primeiro caso e no segundo caso são facilmente modificadas por atuações simples dos operadores, em cursores sobre quadrantes claramente referenciados permitindo ajustes para a tensão de + 15% a 0 e de 0 a - 15% e para frequência de 53 Hz a 50 Hz e de 50 a 47Hz.

Localização do Grupo gerador

O grupo gerador está instalado na cave, num local exclusivamente destinado a esta função. A sua constituição pode resumir-se em:

- O conjunto: motor diesel + alternador (gerador) está montado num “chassis” adequado em perfilados de ferro devidamente soldados e tratados contra a corrosão;
- O “chassis” está fixo através de amortecedores anti vibráteis a um maciço de betão construído para o efeito;
- As baterias de arranque estão montadas em estrado adequado, com tina de retenção de eletrólito apropriada;
- O depósito de 500 litros e a tina de retenção de fugas de gasóleo formam conjunto de monobloco fixo pela base.

Todo o sistema de escape (silenciador e tubagem) está isolado termicamente, fixo com suportes e mangas adequadas para não transmitir vibrações e ruído ao edifício. Este sistema de escape está ligado a uma câmara de descompressão e desempoeiramento antes de ser lançado na atmosfera.

Funcionamento do Grupo Gerador

O arranque do motor *diesel* é elétrico, por meio de bateria de acumuladores e facilitado por meio de pré-aquecimento do óleo de lubrificação também controlado por termostato. Será possível selecionar quatro tipos de funcionamento através de um comutador de quatro posições instalado no quadro de comando:

1. Desligado - todos os sistemas do grupo ficam desligados e tudo se passa como se não existisse gerador nenhum.
2. Manual - é possível proceder ao arranque e paragem do grupo, cujo comando foi feito a partir de betoneiras montadas no quadro (Figura 3. 21).
3. Automático - o grupo arranca automaticamente e toma a carga. O tempo máximo admissível desde o momento da solicitação até ao momento de tomada de carga não pode ser superior a 10 segundos (Figura 3. 22).



Figura 3. 21 - Arranque e paragem manual do grupo gerador.



Figura 3. 22 - Quadro do arranque automático do grupo gerador.

4. Ensaio – o funcionamento é semelhante ao automático com exclusão da comutação rede-grupo que, no entanto, captura a carga se se verificarem as condições indicadas em modo automático, isto é, faz a inversão rede-grupo. Contudo, só pode fazer esta manobra se a tensão e frequência do grupo estiver dentro dos seguintes valores:

$0,98 \times U_n$ a $1,02 \times U_n$ para $U_n = 400V$ e $0,99 \times f_n$ a $1,01 \times f_n$ para $f_n = 50Hz$

Proteção do Grupo Gerador

O grupo *diesel* está protegido contra: a baixa pressão de óleo, excesso do aumento da temperatura da água de refrigeração, sobre velocidade e contra a repetição da ordem de arranque.

As três primeiras proteções determinam a paragem imediata do grupo e o encravamento do sistema de automatismo; por fim, a quarta proteção bloqueia o automatismo.

Qualquer destas situações está anunciada no armário de comando e protegida por sinalizadores luminosos e acústicos – e, ainda, anunciada no painel de alarmes técnicos instalado no sistema do grupo. O alternador está protegido contra sobrecargas e sobreintensidades por meio de um disjuntor adequado. O funcionamento de qualquer uma das proteções determina a abertura do contactor do lado socorrido.

Um encravamento entre o contactor da rede normal e o contactor da rede socorrida assegura, em qualquer circunstância, a impossibilidade de ligação simultânea aos dois. Em caso de necessidade de paragem de emergência, de um ou mais botões, permite parar o grupo seja qual for o regime de funcionamento.

Sinalizações do Grupo Gerador

Cada ativação de uma das proteções já referida tem implícita uma indicação ótica por sinalizadores individuais localizados no armário de comando e proteção, onde são também sinalizados:

- O bloqueio de automatismo;
- A elevação anormal as temperatura do óleo e da água;
- Nível baixo de combustível no depósito diário o de ligações dos contactores da rede normal e da rede socorrida.

3.1.6. Sistema de iluminação nos quartos

O atual sistema de iluminação do Hotel Fly é constituído por lâmpadas incandescentes e fluorescentes, como indicado na Tabela 3. 4.

Tabela 3. 4 – Sistema de iluminação atualmente existente.

Tipo de lâmpada	Nº de lâmpadas	Potência (W)
Incandescentes	700	36
Fluorescentes	76	18

Nos quartos duplos, com uma casa de banho, encontram-se 14 lâmpadas, das quais 13 são lâmpadas incandescentes, encontrando-se 6 no quarto, 6 na sala e cozinha; 1 lâmpada incandescente e 1 fluorescente na casa de banho. Assumindo um tempo médio de utilização diária de 4 horas, o consumo diário de cada quarto duplo é de 1,944kWh.

Considerando uma taxa de ocupação média anual do Hotel de 80%, o consumo médio anual em iluminação de cada quarto duplo será de 567,648kWh.

Como o Hotel Fly possui 28 quartos duplos com uma casa de banho, o consumo total anual de iluminação neste tipo de quartos será de 1589,144kWh.

Nos quartos duplos, com duas casas de banho, encontram-se 16 lâmpadas, das quais 14 lâmpadas são incandescentes, encontrando-se 6 no quarto, 6 na sala e cozinha, 2 lâmpadas incandescentes e 2 fluorescentes nas casas de banho. Assumindo os pressupostos anteriores, o consumo médio anual de eletricidade com a iluminação deste tipo de quartos é de 630,72kWh.

O Hotel FLY possui ainda 24 quartos duplos com duas casas de banho, pelo que o consumo total anual de iluminação neste tipo de quartos será de 15137,3kWh.

O consumo total anual em iluminação para os 52 quartos será de 31031,424kWh.

3.1.7. Equipamentos dos quartos

Para além das tecnologias de iluminação existem nos quartos outros equipamentos consumidores de energia elétrica. Na Tabela 3. 5, são identificados os equipamentos existentes nos quartos, as respetivas potências, tempo médio de utilização diária e o consumo elétrico diário.

Tabela 3. 5 – Equipamentos existentes por quarto e respetivo e consumo diário.

Equipamentos	Potência (kW)	Nº Equipamentos	Utilização h/dia	Consumo diário (kWh)
Ar Condicionado	1,10	2	12	26,400
TV Plasma	0,15	1	3	0,450
Computador	0,08	1	1,5	0,120
Frigorifico	0,08	1	24	1,920
Micro-ondas	0,85	1	0,3	0,255
Ferro elétrico	1,00	1	0,9	0,900
Secador de cabelo	1,20	2	0,1	0,240
Chaleira	0,65	1	0,5	0,325
Total				30,71

Considerando os pressupostos anteriores, o consumo total anual dos equipamentos de todos os quartos (52 quartos) será, aproximadamente, de 466 300kWh.

3.1.8. Restantes equipamentos do Hotel Fly

Para o cálculo do consumo de energia dos restantes equipamentos existentes no hotel considerou-se o funcionamento dos elevadores com uma média constante de 20% da sua carga anual.

Alguns dos equipamentos existentes e respetivos consumos diários são apresentados na Tabela 3. 6.

Tabela 3. 6 – Consumo diário de alguns dos equipamentos do Hotel Fly.

Equipamentos	Potência (kW)	Nº Equipamentos	Utilização h/dia	Consumo diário (kWh)
Eletrobombas	3	3	5	45,00
Máquina de lavar roupa	1,2	1	3	3,60
Máquina de secar roupa	2,48	1	3	7,44
Máquina de engomar	1,23	1	1	1,23
Ferro elétrico a vapor	0,4	3	1	1,20
Aspiradores	0,6	2	0,5	0,60
Máquina de lavar louça	2	1	1	1,80
Ventilação	0,1	1	6	0,60
Elevadores	11	3	1	26,40
Total				87,87

O consumo total anual dos equipamentos do edifício Hotel Fly, constantes na Tabela 3. 6, ronda os 25658kWh.

Na Tabela 3. 7, são apresentados os equipamentos de refrigeração existentes no hotel e os correspondentes consumos anuais. Todos os equipamentos de refrigeração são utilizados 24 h por dia, com exceção do equipamento localizado na pastelaria que é tem uma utilização diária de 12 horas.

Tabela 3. 7 - Consumo anual de todos os equipamentos de refrigeração.

Equipamentos	Potência (kW)	Nº Equipamentos	Consumo anual (kWh)
Frigoríficos verticais	0,331	2	4639,0
Frigoríficos horizontais	0,15	2	2102,4
Geladaria	0,35	1	2452,8
Peixaria	0,4	1	2803,2
Pastelaria	0,1	1	350,4
Total			12348

3.1.9. Consumo de água

Para se estimar o consumo de água consideraram-se as seguintes necessidades diárias: 70 litros/pessoa; 24 litros/lavagem de loiça; 24 litros/lavagem de roupa. Assumindo um banho diário por cada um dos 28 quartos que possuem apenas uma casa de banho e dois banhos por cada um dos 24 quartos que possuem duas casas de banho, obteve-se um consumo médio mensal de água 159600 litros no total dos 52 quartos.

Sendo a quantidade total de abastecimento de água por cisternas prevista para alimentação do Hotel Fly de 220000 litros/mês, o consumo mensal de água para os restantes equipamentos do edifício será de 60400 litros.

3.2. Medidas de Racionalização de Consumos no Hotel Fly

São apresentadas algumas medidas de eficiência energética identificadas e que, sendo implementadas, podem conduzir a uma redução significativa dos consumos de energia e a uma consequente redução dos custos anuais.

3.2.1. Substituição das tecnologias de iluminação

Propõe-se a substituição das 700 lâmpadas incandescentes de 36W, atualmente existentes nos quartos, por 747 lâmpadas LED de 4,5W. Para a determinação do número de lâmpadas LED necessárias recorreu-se a uma calculadora simuladora para determinar o fluxo luminoso ideal para a substituição das lâmpadas incandescentes de 36W pelas Lâmpadas LED's de 4,5W (Blog Cidade Led, 2014).

Os principais resultados da avaliação desta medida são apresentados na Tabela 3. 8.

Tabela 3. 8 – Avaliação da substituição das lâmpadas incandescentes.

	Existente	Proposta
Tecnologia	Incandescente	LED
Potência (W)	36	4,5
Número de lâmpadas	700	747
Tempo de vida (horas)	1000	30000
Custo unitário (€)	2,5	18
Investimento inicial (€)	-----	13446
Consumo anual (kWh)*	29432	3925
Custos anuais com consumo (€)**	3629	484
Custos anuais de manutenção (€)	2044	523
Emissões anuais de CO ₂ (kg CO ₂)***	14392	1919
Reduções anuais		
Consumo (kWh)		25507
Custos (€)		4666
CO ₂ (kg CO ₂ eq)		12473
Indicadores Económicos		
Tempo de retorno do investimento (anos)		2,88

*Considerando uma utilização média diária de 4 horas e uma ocupação anual de 80 %

**Com um custo de 0,1233 €/kWh

***Considerando um fator de emissão de 489 ton CO₂/MWh

3.2.2. Aplicação do dispositivo “eCube” nos equipamentos de refrigeração

O eCube é um dispositivo que contém um gel simulador da inércia térmica dos alimentos que permite reduzir até 60% o número de ciclos de temperatura dos sistemas de frio dos ciclos de temperatura, permitindo uma poupança de energia que varia de 10% a 30% (ERSE, 2013).

A aplicação deste dispositivo nos equipamentos de refrigeração existentes, na parte de restauração e cozinha do Hotel Fly, e admitindo que a instalação do eCube se traduzirá numa poupança de 20% da energia consumida pelos equipamentos, levará a que o consumo anual de energia nestes equipamentos passe de 12348kWh (Tabela 3. 7) para 9878kWh.

A aplicação desta medida corresponderá a uma redução anual de consumos de 2470kWh.

Considerando um custo unitário de 150€, esta medida terá um investimento global de 1050€. Com um custo médio do kWh de 0,1233€, o tempo de retorno de investimento da medida é de 3,44 anos.

3.2.3. Instalação de redutores do consumo de água

Tendo como objetivo a redução dos consumos de água e respetivos custos, propõe-se a aplicação de:

- Arejadores nas torneiras das cozinhas e das casas de banho, com um potencial de redução dos consumos de 40%;
- Redutores nos chuveiros, com um potencial de redução dos consumos de 20%;
- Pesos nos autoclismos, com um potencial de redução dos consumos de 20%.

Analisado o número total de equipamentos existentes em todos os quartos do Hotel Fly concluiu-se ser necessário instalar:

- 52 Arejadores para torneiras das cozinhas;
- 76 Arejadores para torneiras/lavatórios das casas de banho;
- 76 Redutores de caudal para os chuveiros;
- 76 Pesos para os autoclismos.

Na Tabela 3. 9, apresentam-se os principais resultados da avaliação da medida que tem como objetivo a redução dos consumos de água.

Tabela 3. 9 – Avaliação da instalação de redutores do consumo de água.

Torneiras		
	Atual	Com redutor
Caudal (litros/min)	10	6
Utilização diária (min)	5	
Número de torneiras	128	
Custo unitário (€)	-----	2,33
Investimento inicial (€)	-----	298,24
Redução anual de consumo (litros)	747520	
Chuveiros		
Caudal (litros/min)	10	8
Utilização diária (min)	10	
Número de chuveiros	76	
Custo unitário (€)	-----	13,96
Investimento inicial (€)	-----	1060,96
Redução anual de consumo (litros)	443840	
Autoclismos		
Caudal (litros/min)	9	7,2
Utilização diária (min)	3	
Número de autoclismos	76	
Custo unitário (€)	-----	18,62
Investimento inicial (€)	-----	1415,12
Redução anual de consumo (litros)	119837	
Avaliação económica		
Investimento global (€)	2774,32	
Redução global anual de custos (€)*	1704,55	
Tempo de retorno do investimento (anos)	1,62	

*Considerando um custo de 1,3 €/m³ de água

3.2.4. Instalação de um sistema fotovoltaico

Avaliou-se a instalação de um sistema fotovoltaico para a produção de eletricidade, uma vez que, estando Angola localizada na faixa equatorial do planeta, garante uma grande radiação solar, durante praticamente todo o ano.

Foram avaliadas duas soluções para o sistema fotovoltaico, usando dois tipos de painéis fotovoltaicos: monocristalino e policristalino. Para cada uma destas soluções foi ainda avaliado um pior e um melhor cenário conforme se considere, respetivamente, uma radiação média diária de 802W/m² ou de 950W/m².

As principais características e a avaliação dos sistemas fotovoltaicos analisados são apresentadas na Tabela 3. 10, tendo-se considerado um custo médio de 0,3 €/kWh e os dados constantes nos Boletins solares mensais do Projeto "CASOL - Casa-Laboratório" do CFHH-MINEA (MINEA, 2012).

Tabela 3. 10 – Avaliação dos sistemas fotovoltaicos.

Caraterísticas	Monocristalino	Policristalino
Número de painéis	804	816
Área do painel (m ²)	1,66	1,64
Área total (m ²)	1334	1334
Potência Pico (Wp)	240	230
Potência Nominal (W)	240	230
Tensão nominal (V)	37,35	37,35
Corrente nominal (A)	8,33	8,33
Tolerância (%)	3	3
Rendimento painéis (%)	18,1	13,5
Potência total (kW)	195,840	187,680
Preço unitário (€)	840	575
Custo total painéis (€)	685440	469200
Custo do inversor (€)	1701	1701
Rendimento do inversor (%)	95,2	95,2
Energia elétrica produzida (DC) (kWh/m ² /dia)*	0,4344	0,324
Energia elétrica produzida (DC) (kWh/ano)*	211514	157759
Energia elétrica anual injetada na rede (AC)*	201361	150186
Custo da energia elétrica anual (€)*	61863	46141
Custo total do sistema (€)	687141	470901
Tempo de retorno do investimento (anos)*	11,1	10,2
Energia elétrica produzida (DC) (kWh/m ² /dia)**	0,5194	0,38745
Energia elétrica produzida (DC) (kWh/ano)**	252935	188653
Energia elétrica anual injetada na rede (AC)**	240794	179598
Custo da energia elétrica anual (€)**	73978	55177
Tempo de retorno do investimento (anos)**	9,28	8,53

*Considerando uma potência de radiação média diária de 802W/m² - Pior cenário.

**Considerando uma potência de radiação média diária de 950W/m² – Melhor cenário.

Para além do tempo de retorno do investimento calculou-se, para o melhor cenário, o Valor Atual Líquido (VAL) do Investimento para diferentes taxas de atualização. Os resultados obtidos são os apresentados no gráfico da Figura 3. 23.

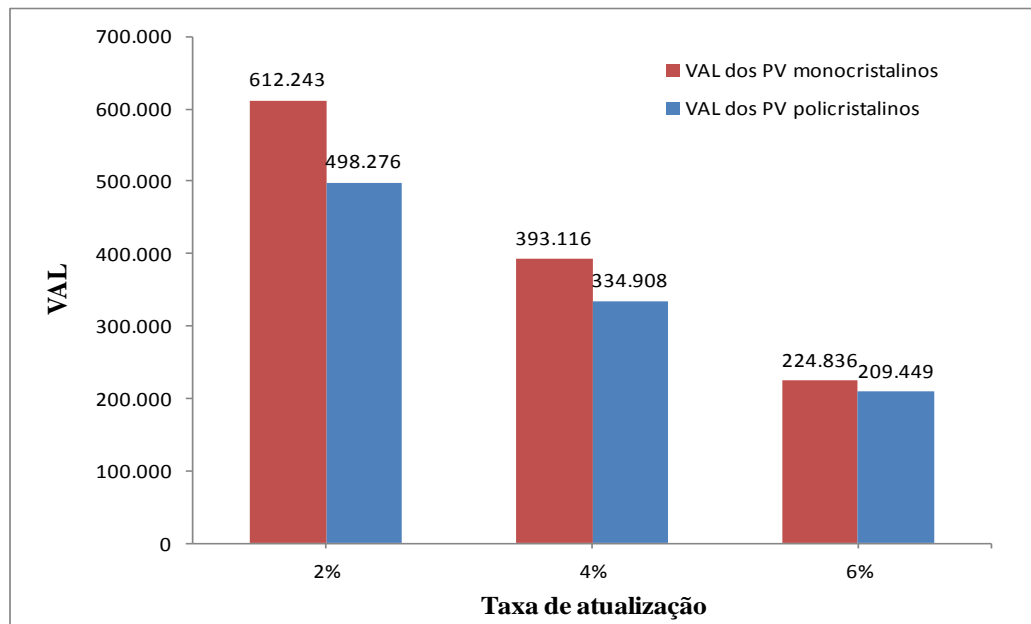


Figura 3. 23 - VAL dos sistemas fotovoltaicos monocristalino e policristalino do Hotel Fly.

Como se pode verificar, mesmo considerando a taxa mais desfavorável, 6%, qualquer um dos projetos mostra-se economicamente viável. Para qualquer das taxas de atualização considerada, o sistema fotovoltaico com painéis monocristalinos apresenta resultados mais favoráveis para o VAL, apesar de o tempo de retorno do investimento neste sistema ser ligeiramente superior (Tabela 3. 10).

4. Estudo de Caso 2 – Hotel EPIC SANA

4.1. Caracterização física e energética do edifício

Situado na Rua da Missão, no centro de Luanda, a um passo de importantes espaços empresariais e administrativos, o EPIC SANA Luanda Hotel (Figura 4. 1) oferece o privilégio estratégico de estar bem no centro da cidade.

Com uma área de construção é de 43312m² e uma decoração exclusiva e elegante, o EPIC SANA Luanda Hotel possui 131 quartos Duplos, 88 quartos Twin, 16 Master Suítes e 3 Suítes Presidenciais. Para estadias de negócios ou de longa duração, o hotel oferece ainda 50 apartamentos SANA Residence, disponíveis com um ou dois quartos.

O hotel possui quatro restaurantes, quatro bares e uma discoteca e um extenso Wellness Club & Spa. O centro de reuniões e conferências do hotel oferece nove salas de reunião, a maior das quais com capacidade para 680 pessoas. Todas as salas de reunião estão equipadas com equipamento audiovisual de última geração e são atendidas por uma equipa dedicada.



Figura 4. 1 - Hotel Epic Sana Luanda.

O edifício do Hotel EPIC SANA Luanda é alimentado a partir rede elétrica através de um posto de transformação e de um grupo de 6 geradores de emergência usados em caso de haver falha da energia elétrica proveniente da rede.

Na entrada posterior do edifício encontra-se um depósito subterrâneo de gás e de combustível (Gasóleo).

4.1.1. Sistema de tratamento de água

O abastecimento da água é feito por uma conduta vinda da EPAL aos reservatórios de água bruta, bem como para os reservatórios da água para incêndio. A partir desses reservatórios a água é distribuída para o edifício. O edifício possui dois depósitos de água para o abastecimento do sistema de incêndio, com uma capacidade de 66000 litros, e dois depósitos de água bruta com uma capacidade de 383000 e 454000 litros que, depois de ser tratada, é transformada em água potável, sendo depositada nos outros dois depósitos de água pura com capacidade de 122000 litros cada que, por sua vez, é distribuída para a totalidade do edifício.

A água do depósito de incêndio nunca se mistura com a água do depósito de água bruta, pois os depósitos são separados e a canalização para a distribuição da água para todo o edifício é, também, diferente. O sistema de bombagem de água potável para o edifício funciona através de duas grandes válvulas.

O sistema de tratamento da água é feito através da injeção do cloro e com uma produção máxima de 10m^3 , tendo funcionado no primeiro tratamento a 9.95m^3 e no segundo tratamento a 5.5m^3 durante o dia 09-06-14. Após a transformação da água bruta para água potável, esta é distribuída para o edifício através de 3 grupos de bombas. O primeiro grupo faz a distribuição desde o piso -6 até ao 5º andar; o segundo grupo distribui desde o 6º andar ao 16º andar e, por último, o terceiro grupo desde o 16º ao 21º piso.

Existem dois sistemas de tratamento de água, um sistema antigo e um outro recente, embora os sistemas funcionam em paralelo para que haja uma maior metragem cubica de água filtrada. A energia utilizada para a alimentação dos equipamentos é de 380V, trifásica.

Os tanques onde é feito o tratamento de água são de 1000 litros cada, ao passo que os depósitos de água potável, depois de tratada, possuem uma capacidade de 122000 litros cada.

Algumas imagens do sistema de tratamento de água do hotel EPIC-SANA são mostradas nas Figura 4. 2 a Figura 4. 6.



Figura 4. 2 - Depósito de água do sistema de tratamento antigo.



Figura 4. 3 - Filtros ligados ao sistema de tratamento antigo.



Figura 4. 4 - Central de tratamento de águas.



Figura 4. 5 - Depósito onde a água é tratada.



Figura 4. 6 - Filtros do sistema de tratamento de água recente.



4.1.2. Sistema de alimentação elétrica

O sistema de alimentação elétrica do EPIC SANA é constituído por transformadores que se distribuem do seguinte modo:

- Dois transformadores que alimentam todo o sistema AVAC;

- Um transformador que alimenta toda a parte do sistema de iluminação.

Quando há desequilíbrio de tensões, oscilações ou falha de energia vinda da rede são ativados automaticamente os geradores de emergência. Cada transformador possui uma potência de 1600KVA e cada gerador possui uma potência de 1000KVA.

4.1.3. Sistema de Iluminação

O sistema de iluminação do Hotel EPIC SANA é essencialmente constituído por lâmpadas de incandescências e lâmpadas de descargas, nomeadamente, lâmpadas de halogénio dicroicas e normais, PL's (economizadoras), delux super star, fluorescentes com balastros eletrónicos e algumas lâmpadas LED.

Na Tabela 4. 1, apresentam-se os dados relativos à iluminação existente em cada tipo de quarto: tipo e número de lâmpadas, potência unitária e potência total instalada (SANA HOTELS, 2015).

Tabela 4. 1 – Sistema de iluminação dos quartos.

Quarto duplo			
Tecnologia	Nº lâmpadas	Potência unitária (W)	Potência total (W)
Incandescentes	11	50	550
Fluorescentes Compactas (PL)	1	24	24
Fluorescentes Tubular longo (TL)	1	18	18
Fluorescentes Compactas Delux super star	2	11	22
LED's	2	4,5	9
Potência Total			623
Quarto twins			
Tecnologia	Nº lâmpadas	Potência unitária (W)	Potência total (W)
Halogénio dicroicas	13	50	650
Lâmpadas Economizadora (PL's)	2	24	48
Fluorescentes Compactas Delux super star	8	11	88
Potência Total			786

Tabela 4.1 – Sistema de iluminação dos quartos (cont.).

Master Suítes			
Tecnologia	Nº lâmpadas	Potência unitária (W)	Potência total (W)
Incandescentes	16	50	800
Halogénio simples	15	50	750
Lâmpadas Economizadora (PL's)	4	24	96
Fluorescentes Compactas Delux super star	10	11	240
Potência Total			1756
Suíte Presidencial			
Tecnologia	Nº lâmpadas	Potência unitária (W)	Potência total (W)
Halogénio simples	9	42	378
Halogénio dicroicas	9	50	450
Fluorescentes PL's Delux D/E	8	18	144
Lâmpadas Economizadora (PL's)	16	18	288
Halogénio simples	17	35	595
Potência Total			1855

Tendo em consideração o número de quartos existentes em cada uma das tipologias a potência total instalada no total dos quartos e suítes e que é apresentada na Tabela 4. 2.

Tabela 4. 2 - Potência total de iluminação de todos os quartos e suítes.

Quarto	Nº de quartos	Potência/quarto (W)	Potência total (W)
Duplo	131	623	81613
Twin	88	786	69168
Suíte	16	1756	28096
Presidencial	3	1855	5565
Total			184442

Os 50 apartamentos do hotel EPIC SANA, eles estão divididos em três tipos:

- 25 Apartamentos do tipo T1 Premier. O número e o tipo de lâmpadas instaladas são iguais aos dos quartos duplos;
- 10 Apartamentos do T1 Delux, com o mesmo tipo de iluminação dos quartos twins;
- 15 Apartamentos do tipo T2 Premier, com o mesmo tipo de iluminação das suítes.

Na Tabela 4. 3, apresenta-se a potência total instalada em iluminação no total dos apartamentos.

Tabela 4. 3 - Potência total de iluminação dos apartamentos.

Apartamento	Nº de quartos	Potência/quarto (W)	Potência total (W)
T1 Premier	25	623	15575
T1 Delux	10	786	7860
T2 Premier	15	1756	26340
Total			49775

A potência total de iluminação instalada em todos os quartos e apartamentos do Hotel EPIC SANA é de 234,217kW.

Considerando uma taxa de ocupação média anual do Hotel de 80% e uma utilização média diária das tecnologias de iluminação de 4 horas, foi possível obter o consumo anual em iluminação por tipo de quarto e apartamento (Tabela 4. 4), bem como o consumo total anual em iluminação nos quartos e apartamentos.

Tabela 4. 4 – Consumo anual em iluminação nos quartos.

Quarto	Consumo Anual (kWh)	Apartamento	Consumo Anual (kWh)
Duplo	95324	T1 Premier	18192
Twin	80788	T1 Delux	9180
Suíte	32816	T2 Premier	30765
Presidencial	6500	Total	58137
Total	215428		

O consumo total anual de iluminação instalada em todos os quartos e apartamentos do Hotel EPIC SANA é de 273565kWh.

4.1.4. Equipamentos dos quartos

Para além das tecnologias de iluminação existem nos quartos outros equipamentos consumidores de energia elétrica. Na Tabela 4. 5, são identificados os equipamentos existentes nos quartos, as respetivas potências, tempo médio de utilização diária e o consumo elétrico diário.

Tabela 4. 5 – Equipamentos existentes por quarto e respetivo e consumo diário.

Equipamentos	Potência (kW)	Nº Equipamentos	Utilização h/dia	Consumo diário (kWh)
Ar Condicionado	1,10	2	12	26,400
TV Plasma	0,15	2	3	0,90
Computador	0,08	1	2	0,160
Frigorifico	0,08	1	24	1,920
Micro-ondas	0,85	1	0,3	0,255
Ferro elétrico	1,00	1	0,9	0,900
Secador de cabelo	1,20	2	0,1	0,240
Chaleira	0,65	1	0,5	0,325
Total				31,1

Considerando a mesma taxa de ocupação média anual de 80%, o consumo total anual dos equipamentos de todos os quartos (288 quartos) será, aproximadamente, de 2601930kWh.

4.1.5. Restantes equipamentos do Hotel EPIC SANA

Para o cálculo do consumo de energia dos restantes equipamentos existentes no hotel considerou-se o funcionamento dos elevadores com uma média constante de 20% da sua carga anual. Alguns dos equipamentos existentes e respetivos consumos diários são apresentados na Tabela 4. 6.

Tabela 4. 6 – Consumo diário de alguns dos equipamentos do Hotel EPIC SANA.

Equipamentos	Potência (kW)	Nº Equipamentos	Utilização h/dia	Consumo diário (kWh)
Máquina de lavar roupa	1,2	3	3	10,80
Máquina de secar roupa	2,48	3	3	22,32
Máquina de engomar	1,23	2	1	2,46
Ferro elétrico a vapor	0,4	6	1	2,40
Aspiradores	0,6	6	1	3,60
Máquina de lavar louça	2	2	1	3,60
Ventilação	0,1	22	6	13,20
Elevadores	11	14	1	30,80
Forno elétrico	1,5	2	3	9,00
Exaustores	1	2	3	6,00
Total				104,18

O consumo total anual dos restantes equipamentos do edifício Hotel EPIC SANA ronda os 30420kWh.

Na Tabela 4. 7, são apresentados os equipamentos de refrigeração existentes no hotel e os correspondentes consumos anuais. Usualmente, o funcionamento dos equipamentos de refrigeração não é constante, logo, a sua potência variará consoante a utilização. Não tendo havido oportunidade de monitorizar os equipamentos para saber ao certo qual a variação da potência dos mesmos, estima-se um funcionamento constante de 100% da utilização diária.

Tabela 4. 7 - Consumo anual de todos os equipamentos de refrigeração.

Equipamentos	Potência (kW)	Nº Equipamentos	Consumo anual (kWh)
Frigoríficos verticais	0,331	2	4639,0
Frigoríficos horizontais	0,15	2	2102,4
Geladaria	0,35	1	2452,8
Peixaria	0,4	1	2803,2
Bar Frigorífico	0,35	2	4905,6
Armário Frigorífico	0,28	1	1962,24
Pastelaria	0,1	1	700,8
Total			19566

4.1.6. Sala dos geradores

Os 6 geradores instalados são do tipo “Cummins”. Cada gerador é constituído por um inversor que inverte a energia fornecida pelos geradores para a distribuição de todo edifício. O depósito de combustível para o sistema de alimentação do grupo gerador tem uma capacidade de 15000 litros de gasóleo (Figura 4. 7).



Figura 4. 7 - Depósito de combustível para o sistema de alimentação do grupo gerador.

As características gerais dos geradores do Hotel EPIC SANA são apresentadas na Tabela 4.8.

Tabela 4. 8 - Características gerais dos geradores do Hotel EPIC SANA.

Potência	1000W
Velocidade	1800rpm
Tensão	380/400/415/440V
Corrente	2000A
Frequência	60Hz
Motor de arranque	24V

4.1.7. Sistema de bombagem de incêndio

O sistema de bombagem de incêndio assenta numa rede de *sprinklers* e é constituída por duas bombas de incêndio (ver Figura 3. 11) e um Jockey (ver Figura 3. 12). Os sistemas de extinção por *sprinklers* ou também conhecidos por sistemas fixos de extinção automática por água, consistem numa rede de pequenos “aspersores” (*sprinklers*), podem ser afixados ao nível do teto, coberturas ou em paredes dos edifícios.

Um *sprinkler* (Figura 4. 8) é composto de uma “armadura” e por um elemento sensível chamado bulbo. O bico do *sprinkler* é rosqueado a uma tubulação pressurizada e permanece fechado por tampa travada pelo bulbo. No interior do bulbo expande-se um líquido a uma determinada temperatura, de modo a que a cápsula seja rompida, quando um incêndio ocorrer, libertando a água (BUCKA, 2013).



Figura 4. 8 – Sprinklers (BUCKA, 2013).

4.1.8. Sistema de ar condicionado

O sistema de ar condicionado instalado no edifício hotel EPIC SANA é composto por um conjunto de quatro *chillers* (Figura 4. 9). Os *chillers* (A Geradora, 2014) têm uma função de refrigeração da água para todo o edifício. A água gelada produzida por eles é utilizada com

o objetivo de arrefecer o ar no interior de todo o edifício, produtos ou equipamentos, conforme as necessidades. Dentro do mesmo edifício hoteleiro os *chillers* funcionam da seguinte forma:

- Os *chillers* 1 e 2 funcionam em permutabilidade, isto é, têm a função de refrigeração e aquecimento da água. Têm também a função no aproveitamento da água quente vinda dos transformadores para distribuição do edifício.
- Os *chillers* 3 e 4 apenas têm a função de refrigeração da água para o edifício.

A sua manutenção é regular, devido ao excesso de pó que é emitido dentro da cidade de Luanda/Angola.



Figura 4. 9 - Chillers.

4.1.9. Consumo anual de gás

Os diferentes tipos de equipamentos que consomem gás existentes no Hotel EPIC SANA e o número de equipamentos por cada tipo são indicados na Tabela 4. 9. Nesta tabela são também indicadas as potências individuais dos diferentes equipamentos, os consumos anuais e o consumo total de gás.

Tabela 4. 9 – Equipamentos consumidores e consumo anual de gás.

Equipamentos	Potência (kW)	Nº Equipamentos	Utilização h/dia	Consumo anual (kWh)
Fogões (restaurantes)	3	4	6	21024
Fogões (bares)	3	4	6	21024
Fornos (restaurantes)	2,8	4	6	19622
Fornos (bares)	2,8	4	6	19622
Caldeiras (piscina interior)	24	1	3	21024
Caldeiras (piscina exterior)	24	1	3	21024
Caldeiras (quartos)	24	288	1	2018304
Total				2141644

4. 2. Medidas de Racionalização de Consumos do Hotel EPIC SANA

À semelhança do que foi feito no Estudo de Caso 1, serão apresentadas e avaliadas algumas medidas de eficiência energética para o Hotel EPIC SANA. Estas medidas envolvem a substituição das tecnologias de iluminação, a instalação do dispositivo eCube nos equipamentos de refrigeração e a integração de um sistema solar fotovoltaico.

4.2.1. Substituição das tecnologias de iluminação

Propõe-se a substituição das lâmpadas incandescentes e de halogénio atualmente existentes nos quartos e apartamentos por lâmpadas LED. Novamente, para a determinação do número de lâmpadas LED necessárias recorreu-se a uma calculadora simuladora para determinar o fluxo luminoso ideal (Blog Cidade Led, 2014).

Os principais resultados da avaliação da medida que envolve a substituição das lâmpadas incandescentes por lâmpadas LED são apresentados na Tabela 4. 10.

Tabela 4. 10 – Avaliação da substituição das lâmpadas incandescentes existentes.

	Existente	Proposta
Tecnologia	Incandescente	LED
Potência (W)	50	4,5
Número de lâmpadas	2212	2730
Tempo de vida (horas)	1000	30000
Custo unitário (€)	2,5	18
Investimento inicial (€)	-----	49140
Consumo anual (kWh)*	129180	14349
Custos anuais com consumo (€)**	15928	1769
Custos anuais de manutenção (€)	6459	1913
Emissões anuais de CO ₂ (kg CO ₂)***	63169	7017
Reduções anuais		
Consumo (kWh)		114831
Custos (€)		18805
CO ₂ (kg CO ₂ eq)		56152
Indicadores Económicos		
Tempo de retorno do investimento (anos)		2,61

*Considerando uma utilização média diária de 4 horas e uma ocupação anual de 80 %

**Com um custo de 0,1233 €/kWh

***Considerando um fator de emissão de 489 ton CO₂/MWh

A medida relativa à substituição das lâmpadas de halogénio por lâmpadas LED envolve a substituição de 1301 lâmpadas de 50W, 27 lâmpadas de 42W e 51 lâmpadas de 35W. Os principais resultados da avaliação desta medida são apresentados na Tabela 4. 11.

Tabela 4. 11 – Avaliação da substituição das lâmpadas de halogénio existentes.

	Existente	Proposta
Tecnologia	Halogénio	LED
Potência (W)	50/42/35	4,5
Número de lâmpadas	1301/27/51	1929/31/49
Tempo de vida (horas)	2000	30000
Custo unitário (€)	3,2/4,1/2,8	18
Investimento inicial (€)	-----	36162
Consumo anual (kWh)*	79388	10559
Custos anuais com consumo (€)**	9788	1302
Custos anuais de manutenção (€)	2579	1408
Emissões anuais de CO ₂ (kg CO ₂)***	38821	5163
Reduções anuais		
Consumo (kWh)		68829
Custos (€)		9657
CO ₂ (kg CO ₂ eq)		33658
Indicadores Económicos		
Tempo de retorno do investimento (anos)		3,74

*Considerando uma utilização média diária de 4 horas e uma ocupação anual de 80 %

**Com um custo de 0,1233 €/kWh

***Considerando um fator de emissão de 489 ton CO₂/MWh

4.2.2. Aplicação do dispositivo “eCube” nos equipamentos de refrigeração

A aplicação do dispositivo eCube (ver ponto 3.2.2 do capítulo anterior) nos equipamentos de refrigeração existentes no Hotel EPIC SANA corresponderá a uma redução anual de 20% dos consumos atualmente verificados (ver Tabela 4. 7), ou seja, uma redução anual que ronda os 3913kWh.

Considerando que serão aplicados 10 dispositivos eCube, que o custo unitário é de 150€ e que o custo médio do kWh é de 0,1233€, o tempo de retorno de investimento da medida será de 3,11 anos.

4.2.3. Instalação de redutores do consumo de água

Também neste hotel se propõe a instalação de dispositivos que permitam uma redução dos consumos de água e respetivos custos:

- Arejadores nas torneiras das cozinhas e das casas de banho, com um potencial de redução dos consumos de 40%;
- Redutores nos chuveiros, com um potencial de redução dos consumos de 20%;
- Pesos nos autoclismos, com um potencial de redução dos consumos de 20%.

Analisado o número total de equipamentos existentes em todos os quartos do Hotel EPIC SANA concluiu-se ser necessário instalar:

- 291 Arejadores para torneiras das cozinhas;
- 582 Arejadores para torneiras/lavatórios das casas de banho;
- 306 Redutores de caudal para os chuveiros;
- 306 Pesos para os autoclismos.

Na Tabela 4. 12, apresentam-se os principais resultados da avaliação da medida que tem como objetivo a redução dos consumos de água.

Tabela 4. 12 – Avaliação da instalação de redutores do consumo de água.

Torneiras		
	Atual	Com redutor
Caudal (litros/min)	10	6
Utilização diária (min)	5	
Número de torneiras	873	
Custo unitário (€)	-----	2,33
Investimento inicial (€)	-----	2034,09
Redução anual de consumo (litros)	5098320	
Chuveiros		
Caudal (litros/min)	10	8
Utilização diária (min)	10	
Número de chuveiros	306	
Custo unitário (€)	-----	13,96
Investimento inicial (€)	-----	4271,76
Redução anual de consumo (litros)	1787040	
Autoclismos		
Caudal (litros/min)	9	7,2
Utilização diária (min)	3	
Número de autoclismos	306	
Custo unitário (€)	-----	18,62
Investimento inicial (€)	-----	5697,72
Redução anual de consumo (litros)	482500	
Avaliação económica		
Investimento global (€)	12003,57	
Redução global anual de custos (€)*	9578,22	
Tempo de retorno do investimento (anos)	1,25	

*Considerando um custo de 1,3 €/m³ de água

4.2.4. Instalação de um sistema fotovoltaico

Também para o Hotel EPIC SANA foi avaliada a instalação de um sistema fotovoltaico para a produção de eletricidade.

As duas soluções avaliadas para o sistema fotovoltaico basearam-se nos pressupostos do Caso de Estudo 1, ou seja, avaliaram-se dois tipos de painéis fotovoltaicos: monocristalino e policristalino e dois cenários com uma radiação média diária de 802W/m^2 e de 950W/m^2 .

As principais características e a avaliação dos sistemas fotovoltaicos analisados são apresentadas na Tabela 4. 13, tendo-se considerado um custo médio de $0,3 \text{ €/kWh}$ e os dados constantes nos Boletins solares mensais do Projeto "CASOL - Casa-Laboratório" do CFHH-MINEA (MINEA, 2012).

Tabela 4. 13 – Avaliação dos sistemas fotovoltaicos.

Caraterísticas	Monocristalino	Policristalino
Número de painéis	21	21
Área do painel (m^2)	1,66	1,64
Área total (m^2)	35	34,44
Potência Pico (Wp)	240	230
Potência Nominal (W)	240	230
Tensão nominal (V)	48	37,35
Corrente nominal (A)	5	8,33
Tolerância (%)	3	3
Rendimento painéis (%)	18,1	13,5
Potência total (kW)	5,04	4,83
Preço unitário (€)	840	575
Custo total painéis (€)	17640	12075
Custo do inversor (€)	1701	1701
Rendimento do inversor (%)	95,2	95,2
Energia elétrica produzida (DC) ($\text{kWh/m}^2/\text{dia}$)*	0,4344	0,324
Energia elétrica produzida (DC) (kWh/ano)*	5549,46	4072,87
Energia injetada na rede (AC) (kWh/ano)*	5283	3747
Custo da energia elétrica anual (€)*	1585	1124
Custo total do sistema (€)	19341	13776
Tempo de retorno do investimento (anos)*	12,2	12,25
Energia elétrica produzida (DC) ($\text{kWh/m}^2/\text{dia}$)**	0,5194	0,38745
Energia elétrica produzida (DC) (kWh/ano)**	6635,33	4794,67
Energia elétrica anual injetada na rede (AC)**	6317	4563
Custo da energia elétrica anual (€)**	1895	1369
Tempo de retorno do investimento (anos)**	10,2	10

*Considerando uma potência de radiação média diária de 802W/m^2 - Pior cenário.

**Considerando uma potência de radiação média diária de 950W/m^2 – Melhor cenário.

O Valor Atual Líquido do Investimento (VAL) obtido para diferentes taxas de atualização é apresentado na Figura 4. 10.

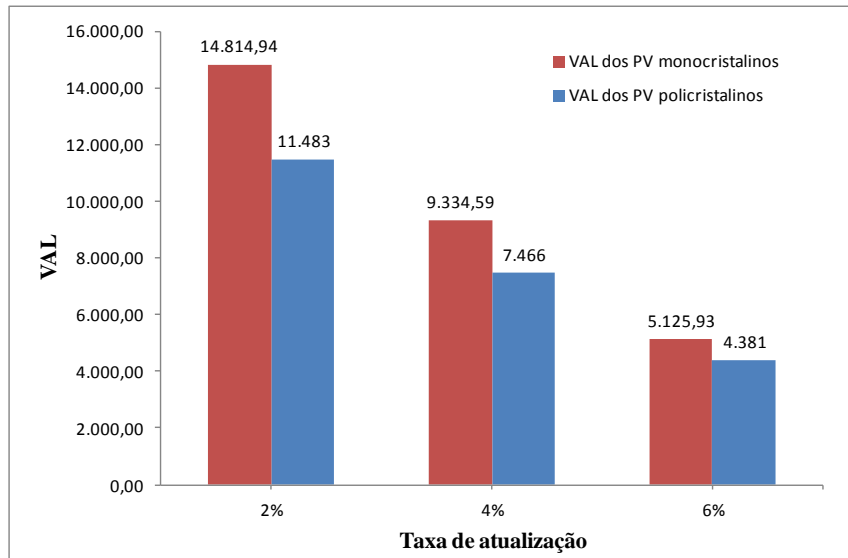


Figura 4. 10 - VAL dos sistemas fotovoltaicos monocristalino e policristalino do Hotel EPIC SANA

Também para este caso de Estudo, a instalação de um sistema solar fotovoltaico para a produção de eletricidade apresenta-se como um projeto economicamente viável, mesmo para a taxa de atualização mais elevada, de 6%. Novamente e independentemente da taxa de atualização considerada, o sistema fotovoltaico com painéis monocristalinos mostra-se economicamente mais favorável.

5 - CONCLUSÕES

Pretendeu-se com este trabalho por em evidência a importância dos consumos de energia nos edifícios e identificar medidas de eficiência energética que possam ser implementadas em edifícios, por forma a reduzir os consumos de energia e, consequentemente, os encargos com esses consumos.

Um dos objetivos do nosso trabalho foi reunir e divulgar informação que permita despertar a consciência e os conhecimentos dos consumidores para a eficiência energética dos edifícios e, simultaneamente ajude a ultrapassar os obstáculos existentes aos investimentos neste setor, prestar às autoridades locais conhecimentos e instrumentos para uma gestão energética eficiente dos edifícios públicos.

Tendo presentes os desafios energéticos que se colocam à sociedade em geral e à economia angolana em particular, foram apresentados dois casos de estudo efetuados em dois edifícios hoteleiros – o Hotel Fly e o Hotel EPIC SANA, ambos localizados na cidade de Luanda.

Foi usada a mesma metodologia nos dois casos de estudo e envolveu:

- A caracterização física e energética dos edifícios, tão pormenorizada quanto foi possível;
- A identificação de algumas medidas de utilização racional de energia que possam ser implementadas nos edifícios, tirando partido das soluções comerciais existentes atualmente no mercado;
- A avaliação económica das medidas identificadas, tendo em consideração, entre outros parâmetros, as características dos equipamentos/tecnologias existentes e a instalar; taxa de ocupação dos hotéis tempo médio de utilização diária dos equipamentos; custos e tempo de vida das tecnologias e custo médio unitário da energia.

As medidas identificadas e avaliadas nos dois edifícios hoteleiros podem ser classificadas em três grandes grupos:

- 1) Substituição de tecnologias existentes por tecnologias mais eficientes;
- 2) Instalação de dispositivos que permitam uma redução de consumos de eletricidade e água;
- 3) Integração de sistemas solares fotovoltaicos para produção de energia elétrica.

No primeiro grupo de medidas foi avaliada a substituição de grande parte das tecnologias de iluminação atualmente existentes nos quartos por tecnologias LED. Dos resultados desta avaliação podemos concluir que no caso do Hotel Fly esta medida traduz-se numa redução anual de consumo superior a 25000kWh, com um tempo de retorno do investimento inferior a 3 anos. Para o Hotel EPIC SANA, esta mesma medida foi avaliada considerando a substituição das lâmpadas incandescentes e as lâmpadas de halogénio. Para as primeiras os resultados obtidos indicam uma redução de consumo anual que ronda os 115000kWh e um tempo de retorno do investimento inferior a 3 anos, enquanto para a segunda substituição, estes valores são, respetivamente, superior a 68500kWh e inferior a 4 anos.

No segundo grupo de medidas foi feita a avaliação da instalação do dispositivo eCube nos equipamentos dos sistemas de refrigeração dos hotéis e a instalação de redutores de caudal em torneiras e chuveiros e pesos nos autoclismos.

Relativamente aos equipamentos de refrigeração, a avaliação da medida permitiu concluir que o tempo de retorno do investimento é, nos dois edifícios, inferior a 3,5 anos e permitirá uma redução anual de eletricidade de 2470kWh no Hotel Fly e de 3913kWh no Hotel EPIC SANA.

A instalação de redutores do consumo de água permitirá reduções anuais de 1311 m³ e 7367 m³ nos hotéis Fly e EPIC SANA, respetivamente. Em qualquer dos casos, o tempo de retorno do investimento desta medida é inferior a 2 anos.

Finalmente no terceiro grupo de medidas foi feita, para cada edifício, a análise técnico económica de um sistema solar fotovoltaico para a produção de energia elétrica.

Para cada edifício foram avaliadas duas soluções para o sistema fotovoltaico, usando dois tipos de painéis fotovoltaicos: monocristalino e policristalino. Por sua vez, para cada uma destas soluções foi ainda avaliado um pior e um melhor cenário de acordo com a radiação média diária considerada de, respetivamente, 802W/m² e de 950W/m².

Para além dos valores médios diários da radiação, para a avaliação dos sistemas solares fotovoltaicos tiveram-se em consideração diferentes parâmetros, entre os quais: número, área, potência, rendimento e custo dos painéis; custo e rendimento do inversor; custo unitário da energia elétrica.

Dos resultados obtidos para os diferentes sistemas fotovoltaicos nos diferentes cenários foi possível concluir que, para todos eles, o tempo de retorno do investimento é inferior a 12,5 anos (metade da vida útil dos sistemas), sendo, como esperado, menor para o melhor cenário.

Com recurso ao Valor Atual Líquido do investimento foi analisada a viabilidade dos sistemas fotovoltaicos para o melhor cenário e para diferentes taxas de atualização. Mesmo para a taxa de atualização mais elevada (6%), todos os projetos analisados se mostram economicamente viáveis.

Na sequência da avaliação dos sistemas solares fotovoltaicos, pondera-se a avaliação de um sistema que designaremos por sistema híbrido, com recurso a painéis mono e policristalinos e que terá em consideração diferentes rendimentos dos painéis, diferentes custos unitários, diferentes áreas ocupadas pelos painéis e valores variáveis de radiação média unitária.

Poderão, ainda, ser avaliadas medidas de eficiência energética que envolvam a instalação de variadores eletrónicos de velocidade em determinadas aplicações, nomeadamente nos reservatório de ar comprimido, que permitirão ajustar o funcionamento dos grupos ao débito instantâneo solicitado.

REFERÊNCIAS

- ANGOP - Agência Angola Press (2015). Consultado a 14.03.2015, em: http://www.portalangop.co.ao/angola/pt_pt/noticias/ambiente/2015/7/35/Angolanos-emitem-toneladas-ano-gases-com-efeitos-estufa,1f43cef9-e316-4ad4-a1b7-ae476052d98c.html
- A Geradora - Locação de geradores de energia e equipamentos (2014), “O que é Chiller e quais os seus benefícios?”. Consultado a 1.03.2015, em: <http://www.ageradora.com.br/o-que-e-chiller-e-quais-os-seus-beneficios/>.
- Alibaba Group (2015). “Lâmpadas de halogéneo”. Consultado a 06.05.2015, em: <http://portuguese.alibaba.com/product-gs-img/l-mpadas-de-halog-neo-51629856.html>.
- Almeida, A. Traça, A. Gomes, C. Patrão, F. Ferreira, L. Marques, P. Fonseca e R. Behnke (2007). Manual Técnico de Gestão de Energia. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra.
- Araújo, Lucínio Preza de (2015). “Lâmpadas fluorescentes compactas (CFL) - modelos com balastro integrado”. Consultado a 09.04.2015, em: <http://www.prof2000.pt/users/lpa>.
- Blog Cidade Led (2014). “Cálculo Luminotécnico Online”. Consultado a 1.03.2015, em: <http://blog.cidadeled.com/2014/02/calculo-luminotecnico-online.html>.
- Brito, Euclides (2013). Programa de Transformação do Sector Eléctrico Apresentação na Conferência 30 e 31 de Maio de 2013 Luanda. Consultado a 1.03.2015, em: <http://www.relop.org/eventos/Documents/2013/PTSE%20-%20Euclides%20de%20Brito.pdf>.
- BUCKA (2013). “O que é um SPRINKLER e como ele atua no combate a incêndios?”. Consultado a 1.03.2015, em: <http://www.bucka.com.br/o-que-e-um-sprinkler-e-como-ele-atua-no-combate-a-incendios/>.
- Cátia R. F. Ferreira (2015). Eficiência energética de edifícios em fase de projeto: aplicação de ferramentas de simulação. Dissertação de Mestrado, Universidade de Lisboa.
- Deutsche Welle, 2015. Angola é rica em rios mas a água não chega a todos. <http://www.dw.com/pt/angola-%C3%A9-rica-em-rios-mas-a-%C3%A1gua-n%C3%A3o-chega-a-todos/a-16694159>
- DGEG - Direção Geral de Energia e Geologia (2002). *Eficiência Energética nos Edifícios*. Consultado a 1.03.2015, em: <http://lge.deec.uc.pt/ensino/geei/Docs/ProgramaEffEdifícios.pdf>.
- ECOplug (2015). Economizadores de Água “Sistema Venturi”. Consultado a 23.05.2015, em: <http://www.ecoplug.pt/produtos/economizadores-de-agua/>.
- Edifícios e Energia (2015), “Projecto Enerbuilding Uma utilização eficaz da energia pode melhorar as casas e o ambiente.”, in *Revista ACTUALIDADES as últimas notícias EM DESTAQUE Janeiro/Fevereiro*. Consultado a 26.06.2015, em: <http://www.edificioseenergia.pt/media/25472/actualidades%20enerbuilding.pdf>.

-
- ERSE (2013). Fichas de Avaliação dos Critérios Métricos PPEC 2013-2014. Disponível em enerefficiency.pt/down/Formulario_eCube_IndAlimentar.pdf
- Filipe, José António; Coelho, Manuel Francisco; Ferreira, Manuel Alberto (2007). *O Drama dos Recursos Comuns: À Procura de Soluções para os Ecossistemas em Perigo*. Lisboa: Edições Sílabo, Lda..
- Gonçalves, Hélder (2010), “Towards Net Zero Energy Buildings”. Laboratório Nacional de Energia e geologia. Consultado a 1.03.2015, em: <http://www.lneg.pt/download/1827>.
- Governo de Angola. Ministério do Urbanismo e Ambiente (2006). Relatório do Estado Geral do Ambiente em Angola, 2006.
- Hidroinova - Soluções para Tratamento de Água, Lda (2012), *Catálogo*. Consultado a 1.03.2015, em: http://www.hidroinova.pt/catalogo/Hidroinova_-_Catalogo_2012.pdf.
- MASONLED Shenzhen Mason Technologies Co., Ltd. (2002). “Lâmpada LED (3300K) - 280 Lúmen”. Consultado a 23.05.2015, em: <http://pt.masonled-lighting.com/china-hot-sale-high-power-solar-led-street-light-used-international-famous-brand-led-street-driver-long-life-and-high-efficiency-p36565.html>.
- MINEA (2012). Centro de Formação Hoji-Ya-Henda. Ministério da Energia e Águas de Angola. Boletim Solar Mensal do C.F.H.H. Projecto Casa-Laboratório do CFHH- MINEA
- NHBC Foundation (2009), *Zero Carbon Compendium - Who's doing what in housing worldwide*. Consultado a 1.03.2015, em: http://www.zerocarbonhub.org/sites/default/files/resources/reports/Zero_Carbon_Compendium_Whos_Doing_What_in_Housing_Worldwide.pdf.
- NHBC Foundation (2009a), *Zero carbon homes - an introductory guide for housebuilders*. Consultado a 1.03.2015, em: http://www.zerocarbonhub.org/sites/default/files/resources/reports/Zero_Carbon_Homes_Introductory_Guide_for_House_Builders_%28NF14%29.pdf.
- PNUEA (2012). PROGRAMA NACIONAL PARA O USO EFICIENTE DA ÁGUA Implementação 2012 – 2020. Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território, junho 2012.
- PTSE (2013). Programa de Transformação do Sector Eléctrico. Apresentação no Conselho Consultivo, 1 e 2 de Agosto de 2013, Waku Kungo.
- Sá, André Fernando Ribeiro de (2010). *Guia de Aplicações de Gestão de Energia e Eficiência Energética*. Porto: Publindústria.
- SANA HOTELS (2015). “Epic”. Consultado a 1.03.2015, em <http://www.sanahotels.com/pt/quem-somos/conceitos/epic/>.
- SOLARPROJECT (2008). Soluções Energéticas. In Redutores de Caudal. Consultado a 12.02.2015, em: <http://www.solarproject.pt/wp-content/imagens/produtos/redutores.pdf>.
-

Torcellini, Paul; Pless, Shanti; Deru, Michael (2006). “Zero Energy Buildings: A Critical look at the Definition”. USA: *National Renewable Energy Laboratory*. Consultado a 1.03.2015, em: <http://www.nrel.gov/docs/fy06osti/39833.pdf>.

Wikipédia (2004). “Lâmpada Incandescente”. Consultado a 06.05.2015, em: https://pt.wikipedia.org/wiki/L%C3%A2mpada_incandescente#/media/File:Gluehlampe_01_KMJ.jpg.

ANEXOS

Anexo 1 - “Preço e potência unitária dos painéis PV e respetivo preço por Wp”

EUR/painel	Potência (W)/painel	EUR/Wp
565,8	230	2,46
499,8	170	2,94
529,2	180	2,94
796,5	225	3,54
468	180	2,60
810	225	3,60
757,8	180	4,21
680	170	4,00
423	230	1,84
Média		3,13

Sistemas fixos em telhado		Preços com IVA (EUR)						
		Painéis PV	Inversor	CustosFixos	Custo Total Sistema	Área (m ²)	η_{pv} (%)	η_{inv} (%)
Monocristalino 1,7–1,8 kW	Sistema 1	6632,64	1051	1977,92	9661,56	12,8	14,4	93,5
	Sistema 2	5288,4	1104,18	2960,6	9353,18	12,8	14,4	93,5
	Valores médios	5960,00	1078	2469	9507	12,8	14,4	93,5
	% do custo total	62,69	11,34	25,97				
Policristalino 1,7–1,8 kW	Sistema 1	5597,76	1051	1977,92	8626	12,6	13,5	93,5
	% do custo total	64,89	12,18	22,93				
Monocristalino 3,4–3,7 kW	Sistema 1	11854	1827,84	1977,92	15659,84	25,6	14,4	95,6
	Sistema 2	16057,44	1827,84	1977,92	19863	22,32	18,1	95,6
	Sistema 3	16974,54	1871,52	5016,23	23862,29	25,6	14,4	95,2
	Sistema 4	16755,2	2814	5016,23	24585,43	19,84	18,1	95,2
	Sistema 5	10576,8	1788,79	3570,8	15936	25,2	14,3	95
	Sistema 6	14644,8	1873,54	3374,18	19892,52	28,62	13,1	95
	Valores médios	14477	2000	3489	19966	24,5	15,4	93,5
	% do custo total	72,51	10,02	17,47				
Policristalino 3,4–3,7 kW	Sistema 1	11195,52	1701,28	1977,92	14874	25,2	13,5	95,2
	% do custo total	75,27	11,44	13,29				
Monocristalino 4–4,3 kW	Sistema 1	12692,16	1836,25	3767,42	18295,83	30,72	14,4	95,6
	Sistema 2	16475,4	1921	3472,49	21868,89	22,32	18,1	95,6
	Valores médios	14585	1879	3620	20084	26,32	16,3	95,6
	% do custo total	72,62	9,36	18,02				

Bonito, Tânia Catarina Murta (2011), *Trabalho de projecto para a obtenção do Grau de Mestre em Automação e Comunicações em Sistemas de Energia*. Coimbra, Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, 68.

Anexo 2 - Tabela de dados estimativos

APARELHO ELÉTRICO	POTENCIA MÉDIA (WATTS)
Antena parabólica – conjunto	140
Aparelho de som	100
Ar condicionado	1.100
Bomba de água	370
Carregador de celular	4
Chapinha – piastra	35
Chuveiro – posição inverno	5.400
Chuveiro – posição verão	4.500
DVD	12
Grill	750
Espremedor de frutas	50
Exaustor	250
Ferro elétrico	1.000
Ferro elétrico a vapor	1.500
Forno elétrico – 40 a 50 litros	1.750
Forno Microondas – 20 a 40 litros	850
Freezer horizontal	200
Freezer vertical	150
Geladeira duplex	170
Geladeira simples	80
Impressora jato de tinta	50
Impressora laser	500
Lâmpadas fluorescentes	15 ou 23
Lâmpadas incandescentes	60 ou 100
Lavadora de louças	1.800
Lavadora de roupas	1.200
Secadora de roupas	2.000
Tanquinho	300
TV Cores – 14 polegadas	50
TV Cores – 20 polegadas	60
TV Cores – 29 polegadas	100
TV LCD – 32 polegadas	150
TV Plasma – 42 polegadas	150
TV Plasma ou LCD – Stand-by	1
Ventilador/circulador – 40cm	100

Blog do Empório (2014), “Gerador de Energia - Como Escolher o Seu”. Consultado a 1.03.2015, em: <http://www.emporiodasmaquinas.com.br/blog/gerador-de-energia-como-escolher/>.

Anexo 3 - Tabela de Consumo dos Equipamentos

Potência Elétrica Média (WATT S) de Aparelhos Elétricos			
Aparelho	Potência Aproximada (WATT S)	Aparelho	Potência Aproximada (WATT S)
Aquecedor de Água por Acumulação	2000	Forno de Micro Ondas	2000
Aquecedor de Água de Passagem	6000	Freezer Horizontal	500
Aquecedor de Ambiente	1000	Freezer Vertical	300
Aspirador de Pó	600	Geladeira Simples	250
Batedeira	100	Geladeira Duplex	500
Bomba de Água	400	Grill	1200
Cafeteira Elétrica (Residencial)	600	Impressora	45
Churrasqueira Elétrica	3000	Liquidificador	200
Chuveiro Elétrico	5500	Máquina de Costura	100
Computador	300	Máquina de Lavar Louça	1500
Condicionador de Ar	1400	Máquina de Lavar Roupas	1000
Conjunto de Som - Mini System	150	Projeter de Slides	200
Cortador de Grama	1300	DVD Player	30
Ebulidor	1000	Rádio Relógio	10
Enceradeira	300	Secador de Cabelo	1000
Espremedor de Frutas	200	Secadora de Roupas	3500
Exaustor	150	Televisor 21"	90
Ferro Elétrico	1000	Torneira Elétrica	2500
Fogão Elétrico 2 Bocas	3000	Torradeira	800
Fogão Elétrico de 4 Bocas	6000	Vetilador	100
Forno Elétrico Pequeno	1500	Vídeo Cassete	20
Forno Elétrico Grande	4500	Vídeo Game	20

EFUL - A Energia de Urussanga vem daqui (2015), "Tabela de consumos dos Aparelhos". Consultado a 1.03.2015, em: <http://www.eflul.com.br/consumidores/tabela-de-consumo>.