

Estudo do potencial e sua aplicação prática na redução de consumos e melhoria de eficiência energética da Escola Básica de Canedo

Manuel António Reis Vilaça

Dissertação submetida para a obtenção do grau de Mestre em
Energia

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica



12 de setembro de 2014

Relatório da Unidade Curricular de Dissertação do 2º ano do Mestrado em Energia

Candidato: Manuel Vilaça, nº 1070588, 1070588@isep.ipp.pt

Orientação Científica: Luis Castanheira, lcc@isep.ipp.pt

Mestrado em Engenharia Mecânica – Ramo Energia
Departamento de Engenharia Mecânica

Instituto Superior de Engenharia do Porto



12 de setembro de 2014

Let the future tell the truth, and evaluate each one according to his work and accomplishments. The present is theirs; the future, for which I have really worked, is mine.

Nikola Tesla

Agradecimentos

É meu desígnio pessoal que nenhum homem é uma ilha, e apenas nos desenvolvemos e nos tornamos pessoas melhores através da troca de experiências e sentimentos.

Dito isto, tudo o que fiz até hoje serviu primeiro para me levar a escolher tema sobre o qual vou dissertar e após essa escolha fazer o meu melhor e dar o meu original contributo para uma sociedade melhor.

O resultado dessa escolha foi a influência direta e indireta de amigos, familiares, companheiros, mentores e até pessoas que apenas se cruzaram na minha vida, mas que pela palavra certa no momento certo plantaram uma ideia no meu pensamento.

E nada é mais resiliente que uma ideia, é contagiosa. Logo que uma ideia toma conta do nosso pensamento é impossível de ser erradicada. Uma ideia perfeitamente formada, desenvolvida, que fica, algures na nossa mente para sempre.

Agradeço por isso aos meus amigos, que longe ou perto partilharam as suas opiniões, em dias inteiros de trabalho que pareceram instantes, e que em alturas que precisava de um conselho ou uma palavra souberam proferir exatamente o que precisava de ouvir.

Há minha família, especialmente há minha mãe, por ser pedra basilar na minha vida e todos os dias me receber com um sorriso, especialmente quando o dia se debateu com dificuldades e precisamos do conforto e amor incondicionais.

Ao meu orientador Eng.º Luis Castanheira, o facto de me ter dado a oportunidade de realizar este trabalho. Agradeço-lhe a confiança demonstrada e as suas preciosas críticas e sugestões.

A todo o grupo escolar da escola de Canedo por me ter recebido de espírito aberto de forma simpática e acolhedora para juntos, tentarmos fazer daquele espaço escolar uma referência a nível nacional.

Por fim, ao meu pai, agradecer pelo que me ajudaste a atingir e viver a vida com o desejo de ser extraordinário!

Resumo

Serve o presente para documentar a redução energética a levar a cabo na Escola Básica de Canedo e o seu potencial de poupança. Esta escola é uma no meio de dezenas em Portugal a necessitar de uma intervenção para reduzir os teus custos operacionais e usar a energia de um modo mais eficiente.

Serão abrangidas as áreas da energia elétrica, da água e do gás, assim como soluções que reduzam por si só o uso das primeiras.

Palavras-Chave

Ecoeficiência, poupança energética, eficiência energética, carbono zero

Abstract

The present dissertation will document the energetic reduction that will take place in the basic school of Canedo. This school is one among dozens needing an intervention to reduce the operational costs and using energy in a more efficient way.

The intervened areas will be electrical energy, water and gas, and solutions that provide by themselves a reduction in the use of the previous.

Keywords

Eco efficiency, energy cost, electrical efficiency, carbon neutral

Índice

AGRADECIMENTOS.....	II
RESUMO	III
ABSTRACT.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
ÍNDICE TABELAS.....	XI
NOMENCLATURA.....	XII
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	1
1.2 OBJETIVOS	4
1.3 ESTADO DA ARTE	4
1.3.1 <i>Eletricidade</i>	4
1.3.2 <i>Sistemas Monitorização de Energia</i>	9
1.3.3 <i>Carbono Zero - Carbon Neutral</i>	11
2. CASO PRÁTICO - A ESCOLA EB 2/3 DE CANEDO.....	13
2.1 ESCOLA DE CANEDO - EQUIPAMENTOS	14
2.2 CONSUMOS DE ELETRICIDADE – ANO DE 2013/2014	18
2.3 CONSUMOS DE ÁGUA - ANO DE 2013/2014	21
2.3.1 <i>Caudais das Torneiras</i>	23
2.4 CONSUMOS DE GÁS	25
2.5 ALTERAÇÕES PROPOSTAS NA ELETRICIDADE	26
2.5.1 <i>Lâmpadas Florescentes 58W</i>	26
2.5.2 <i>Consumo de energia para Florescentes 58W</i>	30
2.5.3 <i>Potência instalada com LED de 22W</i>	31
2.5.4 <i>Projeção de poupança com LED</i>	32
2.5.5 <i>Análise económica da substituição de lâmpadas Florescentes por LED</i>	32
2.5.6 <i>Lâmpadas de Vapor de Mercúrio 400W</i>	34
2.5.7 <i>Consumo de Energia com Lâmpadas de Vapor de Mercúrio 400W</i>	34
2.5.8 <i>Potência Instalada com LED 150W e Consumo de Energia</i>	35
2.5.9 <i>Análise Económica da substituição de Lâmpadas de Vapor de Mercúrio 400W por LED</i>	35
2.5.10 <i>Lâmpadas de Vapor de Mercúrio de 80W</i>	36
2.5.11 <i>Potência instalada com projetor LED 40 W</i>	37
2.5.12 <i>Análise Económica da substituição de Lâmpadas de Vapor de Mercúrio 80W por LED</i>	37
2.6 ALTERAÇÕES PROPOSTAS NA ENERGIA TÉRMICA	38
2.6.1 <i>Conversão do tipo de gás - Propano para Natural</i>	38
2.6.2 <i>Caldeira a Pellets</i>	40
2.6.3 <i>Coletores Solares Térmicos</i>	44
2.7 ALTERAÇÕES PROPOSTAS NA ÁGUA.....	48

2.7.1	<i>Torneira Termostática</i>	49
2.7.2	<i>Poupanças de água com redução de caudais</i>	51
2.8	ALTERAÇÕES DE ÍNDOLE NÃO ENERGÉTICA	52
2.8.1	<i>Pavilhão Gimnodesportivo</i>	52
2.8.2	<i>Edifício Principal</i>	53
2.9	OPENENERGYMONITOR.....	53
2.9.1	<i>Eletricidade</i>	54
2.10	RESUMO DOS INVESTIMENTOS E POTENCIAL DE POUPANÇA	56
2.10.1	<i>Água</i>	56
2.10.2	<i>Energia Térmica</i>	56
2.10.3	<i>Eletricidade</i>	56
2.10.4	<i>Alterações de índole não energética</i>	57
2.10.5	<i>Sistema de monitorização</i>	57
3.	CONCLUSÕES	58
4.	REFERÊNCIAS	61
5.	ANEXOS	63
5.1	ANEXO A	64
5.2	ANEXO A'	65
5.3	ANEXO B	66
5.4	ANEXO C	67
5.5	ANEXO D	68
5.6	ANEXO E	69
5.7	ANEXO F.....	70
5.8	ANEXO G	71
5.9	ANEXO H.....	72
5.10	ANEXO I	73
5.11	ANEXO J	74

Índice de Figuras

Figura 1 – Dependência energética portuguesa do exterior	1
Figura 2 – Evolução do consumo de energia primária em Portugal.....	2
Figura 3 – Lâmpada incandescente	4
Figura 4 – Lâmpada Florescente Tubular.....	5
Figura 5 – A – Lâmpada / B – Ligação à rede / C – Arrancador / D – Filamento Bimetálico /	6
Figura 6 – Diferentes tipos de LED	7
Figura 7 – SMD LED	7
Figura 8 – Lâmpadas GU10	8
Figura 9 – Lâmpadas tubulares T8.....	8
Figura 10 – Lâmpadas com casquilho E27	8
Figura 11 – OpenEnergyMonitor - Sistema	10
Figura 12 - Emissões CO ₂ Mundiais em 2005.....	11
Figura 13 – Ciclo do Carbono	12
Figura 14 – Localização da Escola.....	13
Figura 15 – Escola EB 2/3 Canedo	13
Figura 16 – Lâmpada OSRAM L 58W/765	14
Figura 17 – Características do Termoacumulador	14
Figura 18 – Iluminação do Pavilhão Principal	15
Figura 19 – Produção e Armazenamento de água quente	16
Figura 20 – Diferentes tipos de chuveiros.....	16
Figura 21 – Torneira Misturadora e Circuito	17
Figura 22 – Consumo por Horário em kWh.....	19
Figura 23 – Consumo médio diário em kWh	19
Figura 24 – Gráfico de Consumo de Água 2013/2014.....	21
Figura 25 – Consumo médio diário de água no ano 2013/2014.....	22
Figura 26 – Área verde da Escola	22
Figura 27 – Quantidade de Gás Propano comprado por ano.....	26
Figura 28 – Especificações técnicas Lâmpada LED	28
Figura 29 – Lâmpada LED de 22W	28
Figura 30 – Redução de custo com lâmpadas LED.....	33
Figura 31 – Campânula LED	34
Figura 32 – Projetor LED.....	36
Figura 33 – Placa de Presença de Rede de GN na rua da escola.....	38
Figura 34 – Gráfico de comparação de custo anual	39
Figura 35 - <i>Pellets</i>	40
Figura 36 – Exemplo de instalação – Depósito acumulador, caldeira, depósito de <i>pellets</i>	41

Figura 37 – Gráfico comparação de custos anuais	43
Figura 38 – Irradiação Solar Horizontal sob céu limpo – Vila Nova de Gaia.....	45
Figura 39 – Simulação para depósito de acumulação de 500l.....	45
Figura 40 – Simulação “eliminar o desperdício de energia solar”	46
Figura 41 – Análise económica de coletores solares.....	47
Figura 42 – Torneira com possibilidade de arejador / Torneira sem capacidade de arejador	48
Figura 43 – Chuveiros – Torneiras.....	49
Figura 44 – Antiga Torneira Termostática	50
Figura 45 – Torneira Termostática Nova	50
Figura 46 – Placas de iluminação natural.....	52
Figura 47 – OpenEnergyMonitor – Sistema de Hardware e Software	53
Figura 48 – Pinças amperimétricas e interface de ligação.....	54
Figura 49 – Interior da interface de ligação.....	54
Figura 50 – <i>Raspberry Pi</i>	55
Figura 51 – Visualização de dados em tempo real em diferentes plataformas.....	55
Figura 52 – Molécula de Propano C_3H_8	66
Figura 53 - Gráfico de consumos elétricos totais por tipo de tarifa 2013/2014	68
Figura 54 - Gráfico de consumos elétricos totais por tipo de tarifa 2013/2014	69
Figura 55 – Potência Contratada e Ponta ao longo do ano de 2013/2014.....	70
Figura 56 – Perfil de consumo de AQS estimado	74

Índice Tabelas

Tabela 1 – Consumos de Eletricidade 2013	18
Tabela 2 – Consumos de Eletricidade 2014	18
Tabela 3 – Consumo de Água 2013 – Janeiro/Julho	21
Tabela 4 – Consumo de Água 2013 – Agosto/Novembro.....	21
Tabela 5 – Consumo de Água 2014 – Janeiro/Abril	21
Tabela 6 – Caudais das Torneiras no Edifício Principal	23
Tabela 7 – Caudais das Torneiras da Cozinha	24
Tabela 8 – Caudais das Torneiras do Pavilhão Gimnodesportivo.....	24
Tabela 9 – Caudais dos Chuveiros do Gimnodesportivo	24
Tabela 10 – Consumos de gás propano.....	25
Tabela 11 – Potência e Quantidade de lâmpadas Florescentes 58W.....	27
Tabela 12 - Potência e Quantidade de lâmpadas de Vapor de Mercúrio 80W	27
Tabela 13 – Projeção de consumo do piso 0	30
Tabela 14 – Projeção de Consumo do piso 1	30
Tabela 15 – Projeção de consumo do Ginásio	30
Tabela 16 – Totais Diários, Mensais e Anuais.....	30
Tabela 17 - Potência e Quantidade de lâmpadas de Vapor de Mercúrio 400W	34
Tabela 18 – Potência Instalada.....	35
Tabela 19 – Consumo de Energia	35
Tabela 20 - Potência Instalada	36
Tabela 21 - Consumo de Energia	36
Tabela 22 – Potência Instalada.....	37
Tabela 23 - Consumo de Energia	37
Tabela 24 – Valores de Gás Natural.....	39
Tabela 25 – Valores de <i>pellets</i>	42
Tabela 26 – Poupança nas torneiras do edifício principal.....	51
Tabela 27 – Poupança nas torneiras da cozinha	51
Tabela 28 – Poupança nas torneiras do pavilhão desportivo.....	51
Tabela 29 – Poupança nos chuveiros do pavilhão desportivo	51
Tabela 30 – Especificações Técnicas Caldeira Pellets	71

Nomenclatura

Abreviaturas

- ADENE - Agência para a energia
- DGEG - Direção-Geral de Energia e Geologia
- PNAEE – Plano Nacional para a Eficiência Energética;
- PNAER – Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis;
- ECO.AP – Plano de Implementação nos organismos e serviços pertencentes à Administração Pública.
- EU – European Union – União Europeia
- LED - Light-emitting diode
- SMD LED - Surface-Mount-Device Light-Emitting Diode
- kW – Quilowatt
- MW - Megawatt
- m³ – Metro Cúbico
- K – Kelvin

1. Introdução

1.1 Contextualização

Esta tese surge da junção da oportunidade e necessidade de utilizar a energia de uma forma mais racional e eficiente.

A energia nos dias de hoje assume um papel preponderante no contexto económico e de competitividade, é usada como arma em confrontos políticos e geoestratégicos.

A energia está presente em todos os objetos e tarefas do dia-a-dia, seja pelo seu uso direto, como gás, eletricidade, petróleo ou carvão, mas também toda a energia embebida em roupas, utensílios ou *gadgets*, toda ela foi necessária desde a extração, transformação e transporte até ao nosso uso final e depois desse uso ainda será necessário fazer o correto tratamento dos resíduos.

Segundo a Direcção-Geral de Energia e Geologia *“Portugal é um país com escassos recursos energéticos fósseis endógenos, nomeadamente, aqueles que asseguram a generalidade das necessidades energéticas da maioria dos países desenvolvidos (como o petróleo, o carvão e o gás natural).”*

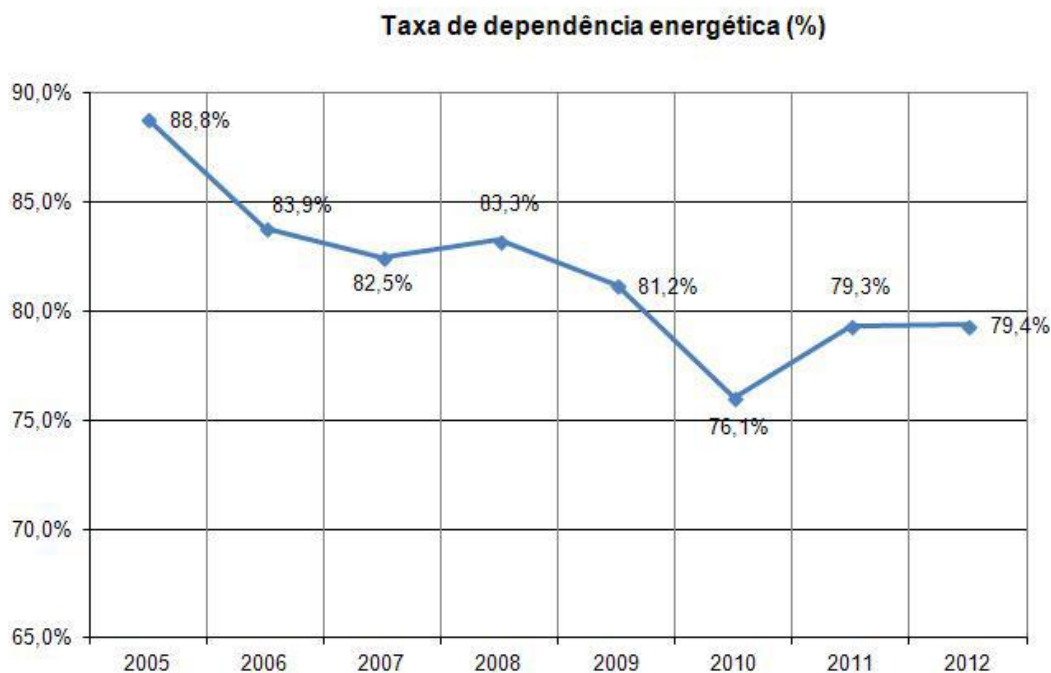


Figura 1 – Dependência energética portuguesa do exterior

“Em termos relativos, o petróleo mantém um papel essencial na estrutura de abastecimento, representando 43,3% do consumo total de energia primária em 2012, contra 46,8% em 2011.

O gás natural contribuiu, no último decénio, para diminuir o consumo de petróleo, diversificar a estrutura da oferta de energia e reduzir a dependência exterior em relação ao petróleo. A utilização de gás natural tem registado uma evolução positiva (15,1% em 2007 e 20,3% em 2011). Em 2012, representou 18,4% do total do consumo em energia primária devido à quebra do consumo desta fonte de energia para a produção de eletricidade (-44,0% face a 2011).

O consumo de carvão, representou, em 2012, 13,6% do total do consumo de energia primária. Prevê-se uma redução progressiva do peso do carvão na produção de eletricidade, devido ao seu impacto nas emissões de CO₂, apesar de nos dois últimos anos ter aumentado o seu peso, em consequência da redução do preço desta fonte de energia nos mercados internacionais bem como do preço baixo das licenças de CO₂.

Em 2012 o contributo das energias renováveis no consumo total de energia primária foi de 20,8% contra 21,4% em 2011.

Em 2012, cerca de 78,4% da energia primária consumida foi importada, sendo 75,2% a partir de combustíveis fósseis (petróleo, gás natural e carvão), 20,8% a partir de fontes renováveis, e os restantes 3,9% são provenientes dos resíduos industriais e da eletricidade importada.

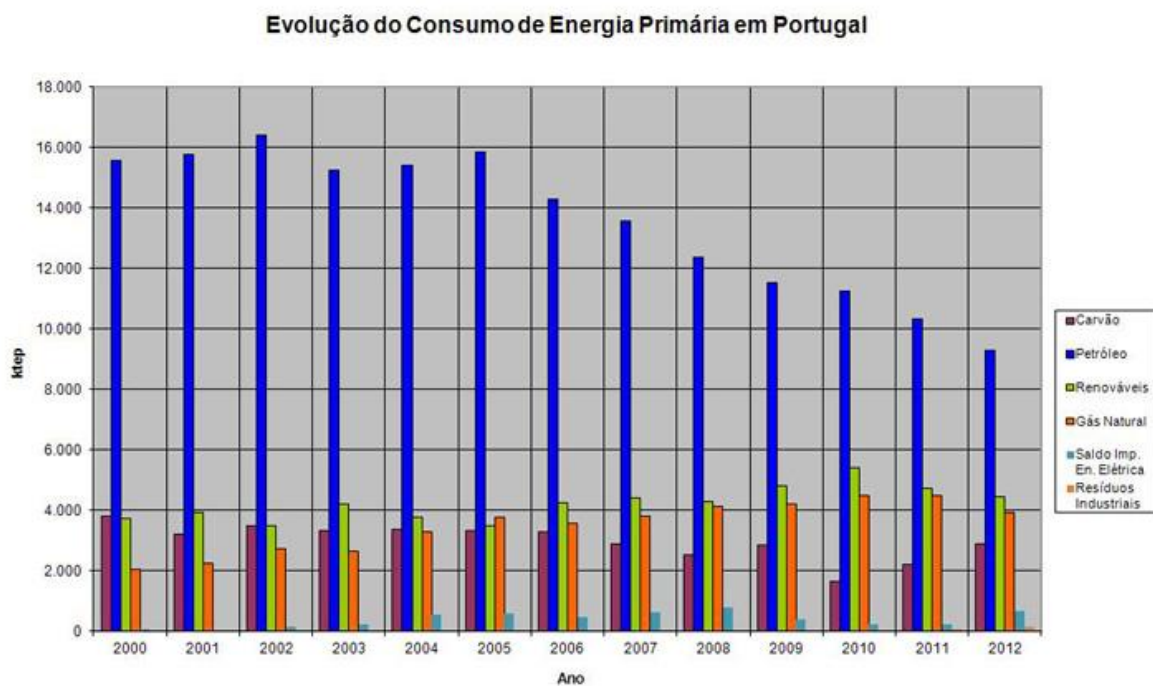


Figura 2 – Evolução do consumo de energia primária em Portugal

Face aos escassos recursos energéticos fósseis endógenos, a produção doméstica de energia depende totalmente do recurso às energias renováveis. Atingiu-se em 2012, 11.054 MW de potência instalada sendo 5.539 MW em hídrica, 713 MW em biomassa, 4.531 MW em eólica, 29 MW em geotérmica e 242 MW em fotovoltaica. Em 2012 foram produzidos 20.654 GWh de energia elétrica a partir de FER.” (DGEG, 2012)

Uma das medidas de redução energética será a implementação do Plano de Ação para a Eficiência Energética, plano esse aprovado pela Comissão Europeia. Este plano consiste na redução dos consumos energéticos em 20%, até ao ano de 2020. (Comissão Europeia, 2012) Também inclui medidas que visam melhorar o desempenho energético dos produtos, dos edifícios e serviços, da distribuição de energia, reduzir o impacto dos transportes no consumo energéticos, facilitando o financiamento e a realização de investimentos nesse domínio, de modo a promover por parte das pessoas um comportamento racional em termos energéticos.

Remetendo à realidade portuguesa, existem alguns planos para a eficiência energética, destacando os seguintes:

- PNAEE – Plano Nacional para a Eficiência Energética;
- PNAER – Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis;
- ECO.AP – Plano de Implementação nos organismos e serviços pertencentes à Administração Pública.

Relativamente ao programa ECO.AP, de acordo com a Resolução do Conselho de Ministros n.º 20/2013, (Adene, 2014) pretende que os edifícios pertencentes à administração pública alcancem um nível de eficiência energética na gama dos 30%, até ao ano de 2020 (Adene, 2014). Para que estes objetivos sejam alcançados está a ser implementado no nosso país, um Barómetro de Eficiência Energética, cujo principal objetivo é comparar e divulgar o desempenho energético da Administração Pública, promovendo a competição entre as entidades públicas, divulgando permanentemente o ranking de desempenho energético dos serviços e organismos pertencentes ao Estado. Estes resultados serão divulgados através de uma bateria de indicadores de eficiência energética. (Adene, 2014)

1.2 Objetivos

O objetivo principal deste projeto é reduzir o consumo e mostrar o potencial de poupança nos vetores energéticos eletricidade e gás, assim como na água da Escola Básica de Canedo. No entanto dada a complexidade do assunto apresentou-se subdividir este objetivo em várias valências:

- Estudo da situação energética da escola antes da intervenção (levantamento dos equipamentos e hábitos de consumo)
- Identificação das melhores soluções, verificação de fontes de energia alternativas. (Gás Natural; Pellets; Mudança de fornecedor para mercado liberalizado de energia, lâmpadas *LED*, redutores de caudal)
- Implementação prática das soluções estudadas.
- Implementação do *OpenEnergyMonitor*, para visualização em tempo real dos consumos e criação de histórico para avaliação contínua do desempenho.
- Cálculo do potencial de poupança, através da eficiência energética.

1.3 Estado da arte

1.3.1 Eletricidade

1.3.1.1 – Lâmpada incandescente

Desde a invenção da lâmpada incandescente por Thomas Edison em 1879 (edisontechcenter, 2010) que transformara eletricidade até algo visível, muito se evoluiu nos últimos dois séculos até ao dia de hoje nessa mesma transformação. Esta lâmpada baseia-se



Figura 3 – Lâmpada incandescente

na tecnologia de filamento que com a passagem de corrente elétrica brilha e liberta energia. Este tipo de lâmpada oferece no entanto um rendimento reduzido, pois apenas cerca de 10% da energia é transformada em luz visível (edisontechcenter, 2010), sendo o resto libertado como calor.

As lâmpadas incandescentes permaneceram até ao ano de 2012 na EU, local onde a sua comercialização (para lâmpadas acima de 100W) (European Commission, 2012) passou a ser proibida desde essa data, no entanto muitos lares ainda a possuem e em vários países do mundo ainda é permitido a sua compra sem restrições.

As mesmas foram e serão substituídas pelas lâmpadas de halogéneo.

1.3.1.2 – Lâmpada fluorescente

O seguinte passo significativo na tecnologia de lâmpadas foi a invenção da lâmpada fluorescente em 1938, por Nikola Tesla. (edisontechcenter, 2010) Tecnologia essa que se mantém até hoje, aperfeiçoada com o passar do tempo.

Esta lâmpada baseia-se na ionização dos gases, que em contacto com o fosforo que reveste o vidro da lâmpada, produção radiação eletromagnética no espectro visível. O gás é ionizado pelos eléctrodos existentes em cada extremidade da lâmpada.



Figura 4 – Lâmpada Florescente Tubular

No entanto, ao contrário das lâmpadas incandescentes as mesmas não podem ser ligadas diretamente à corrente elétrica, são necessários certos processos para que o gás seja ionizado corretamente e isso consegue-se através do balastro. Os balastros podem ser do tipo ferromagnéticos, associados a um arrancador, ou do tipo eletrónicos. Os primeiros, mais antigos e menos eficientes possuem alguns efeitos indesejados.

- As lâmpadas piscam até acenderem corretamente, resultado de falhas na ionização do gás dentro da mesma.

- Existe um efeito estroboscópico, a lâmpadas piscam com igual frequência à frequência da rede.
- Ruído, resultado da ressonância do balastro com a frequência da rede, 50 Hz, em Portugal.
- Vida das lâmpadas mais curta.
- Menos eficiente, além da potência da lâmpada e perdas intrínsecas, existe uma perda associada ao balastro

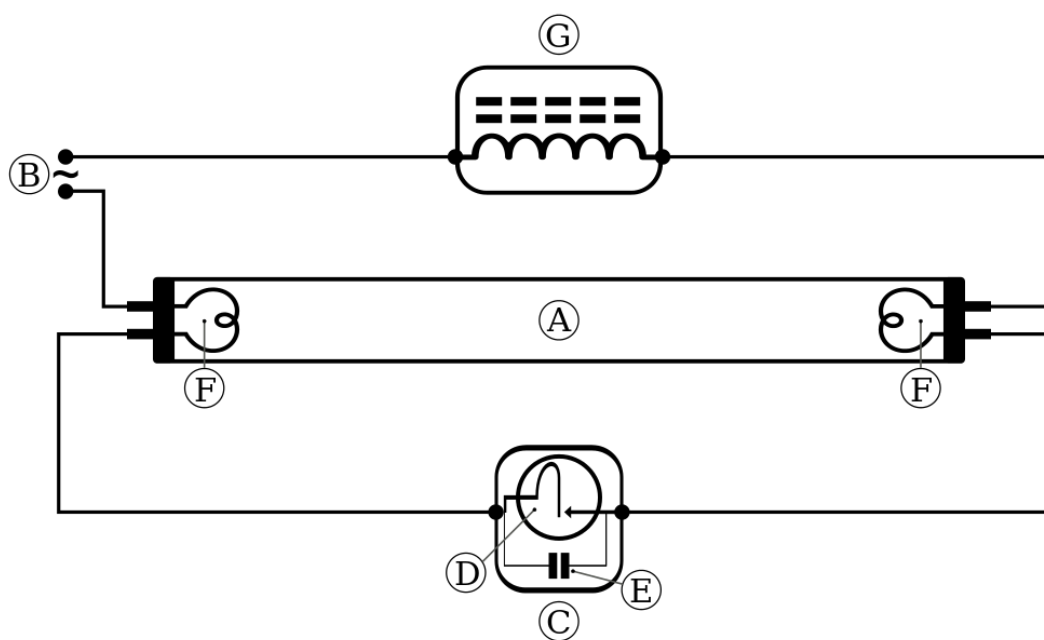


Figura 5 – A – Lâmpada / B – Ligação à rede / C – Arrancador / D – Filamento Bimetálico / E- Condensador / F - Filamento

Os balastos eletrónicos, mais recentes, fazem uso de transístores e elevam a frequência de entrada da rede, permitindo as lâmpadas trabalhar de forma mais eficiente e prolongar a sua vida. São eliminados todos os defeitos acima mencionados em relação ao balastro ferromagnético. Como característica menos favorável tem o custo.

Os balastos eletrónicos são também aqueles usados nas fluorescentes compactas.

1.3.1.3 - LED

O LED é um díodo semicondutor (P-N) que quando a corrente elétrica passa por ele emite luz visível. Em produção desde 1962, apenas recentemente a sua aplicação comercial em iluminação começou a ser viável, tanto pelo custo, como pela sua eficiência luminosa.

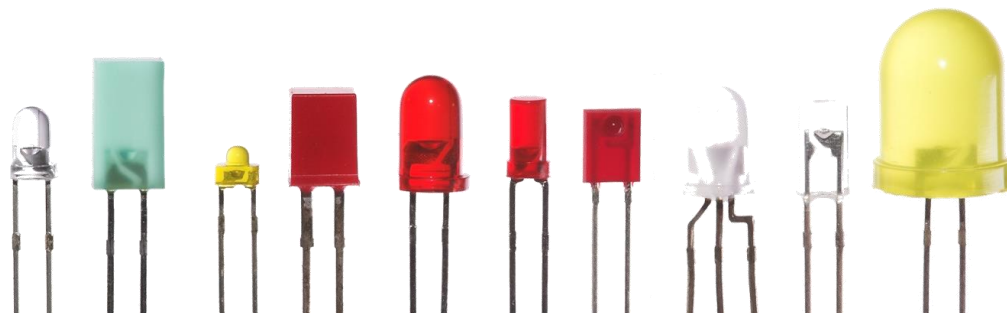


Figura 6 – Diferentes tipos de LED

Uma evolução dos LED foram os SMD LED, que visam reduzir o espaço ocupado pelos mesmos, de forma a permitir aumentar a densidade luminosa. Possuem além disso outras vantagens como o facto de produzirem menos calor e emitirem luz num ângulo maior, em vez do foco de um LED tradicional.

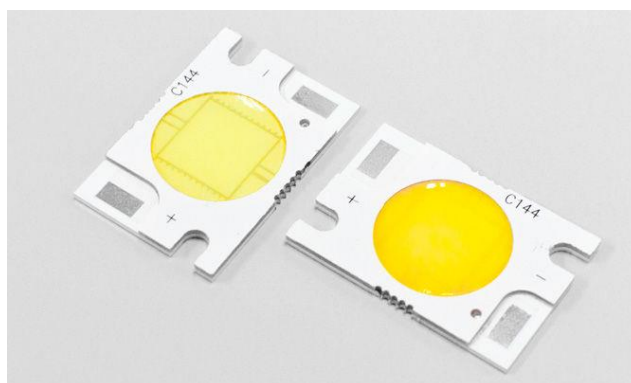


Figura 7 – SMD LED

As lâmpadas ao longo dos anos foram desenvolvendo uma forma *standard*, pelo que os LED tiveram de se adaptar a essa forma familiar, não só pelo utilizador, mas sim pela questão técnica de roscas e suportes que este novo tipo de lâmpadas vêm substituir nomeadamente lâmpadas incandescentes e tubulares, entre outras.

Apresentam-se alguns exemplos de seguida.



Figura 10 – Lâmpadas com casquilho E27

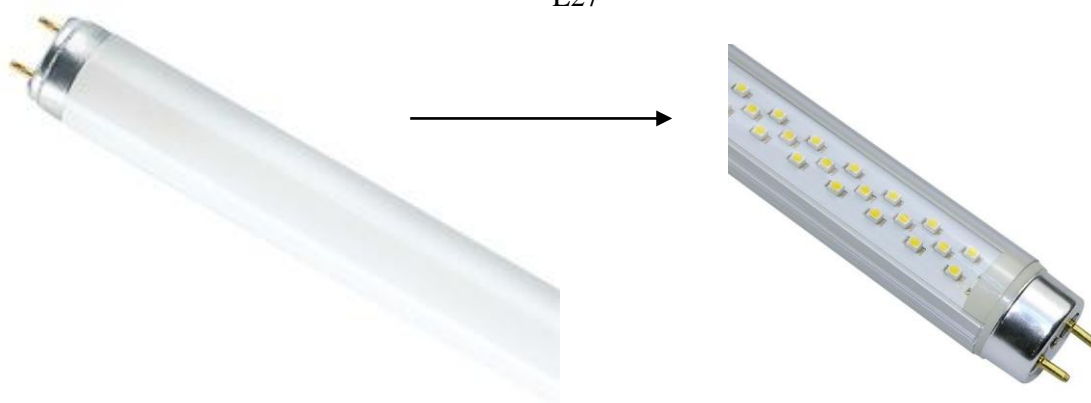


Figura 9 – Lâmpadas tubulares T8

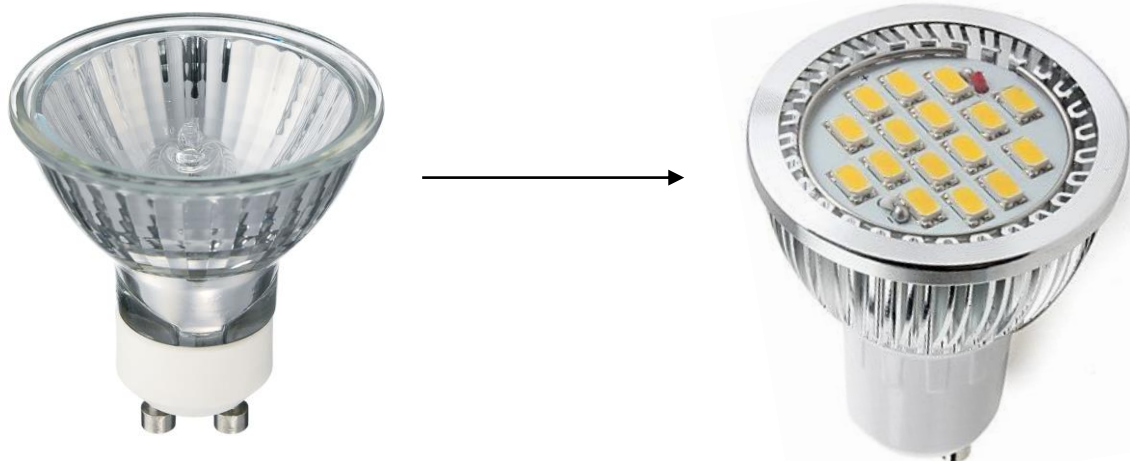


Figura 8 – Lâmpadas GU10

1.3.2 Sistemas Monitorização de Energia

A gestão energética pressupõe a aplicação de um conjunto de melhores práticas e ferramentas, com o objetivo de aumentar a eficiência energética, mantendo os mesmos níveis de funcionamento e utilização de equipamentos.

Através desta gestão é possível monitorizar consumos energéticos, corrigir ineficiências e identificar oportunidades de poupança de energia.

Permite tornar a energia num conceito mais acessível aos consumidores de energia, potenciando uma maior consciência do seu papel no desempenho energético global.

Os sistemas de monitorização são uma ferramenta que possibilita um maior conhecimento e monitorização de consumos energéticos, quantificação das emissões de CO2 e promoção do uso racional da energia.

Como outras vantagens podemos incluir:

- Identificar níveis de consumo energético padrão (considerando os equipamentos sob condições normais de funcionamento)
- Estabelecer metas de consumo energético
- Melhor controlo na utilização da energia e detalhe de custos relacionados
- Constituição do histórico do consumo dos centros de custo definidos a partir dos quais se estabelecem metas futuras.
- Identificação dos custos energéticos em cada fase do processo, avaliação de investimentos em instalações de maior eficiência energética, ou avaliação do desempenho de novas instalações ou processos que tenham sido implementados;
- Detecção de desperdícios no consumo de energia

1.3.2.1 OpenEnergyMonitor

O *OpenEnergyMonitor* (OpenEnergyMonitor, 2014) é um sistema integrado de plataforma livre que permite a monitorização em tempo real dos mais diversos tipos de consumidores, sejam eles energia elétrica (de uma casa, da produção um painel solar), térmica (sistema de bomba de calor, coletores solares) ou ainda o consumo de água.

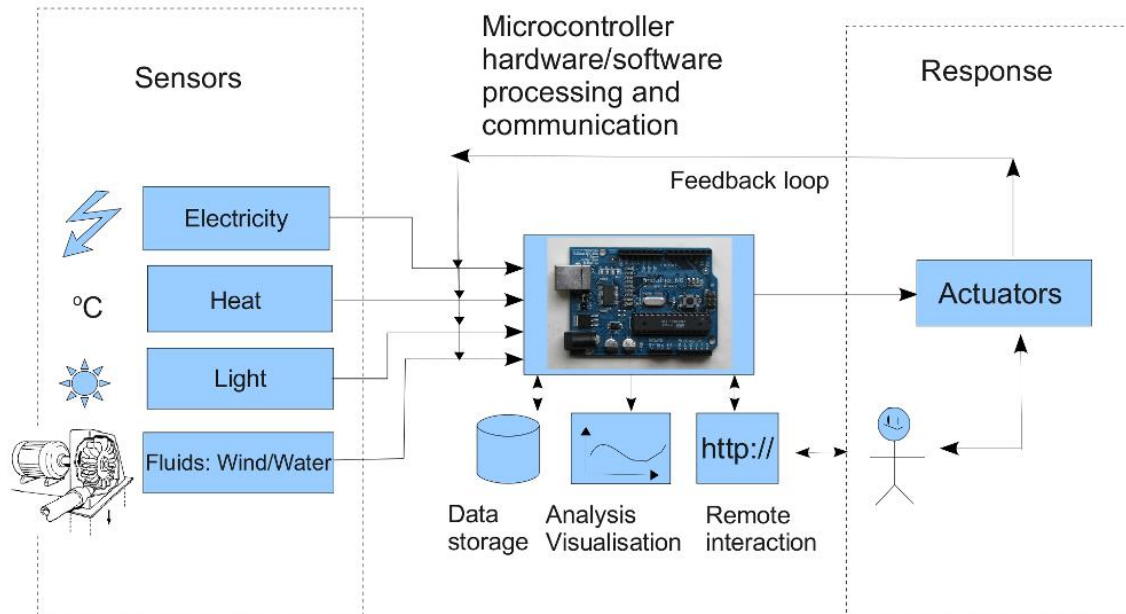


Figura 11 – OpenEnergyMonitor - Sistema

Como é possível visualizar pela figura, este sistema assenta em três partes. A primeira diz respeito aos sensores, o *hardware*, que recebe informação diretamente dos sistemas que se pretende analisar. Também faz parte do *hardware* o (raspberrypi, 2014), que não é mais que um mini computador, do tamanho de um cartão de crédito, mas poderoso o suficiente para esta aplicação.

De seguida essas informações são passadas ao *software* que armazena e faz a leitura dos mesmos, e permite ao utilizador final visualizar *in loco* ou remotamente através de uma ligação à internet.

Com esses dados, o sistema pode automaticamente tomar decisões, como baixar a temperatura, parar uma caldeira, ou então pode ser o utilizador final a interagir diretamente com o meio.

Uma das grandes vantagens deste projeto, além do seu baixo custo, é o controlo que podemos ter do sistema e detetar rapidamente qualquer anomalia, além disso através por exemplo de um monitor, permite mostrar aos utilizadores final a sua parte na redução energética para que os mesmos se sintam motivados, não só neste ambiente, mas nas suas casas a reduzir a sua pegada energética.

1.3.3 Carbono Zero - Carbon Neutral

A consciencialização global com as mudanças climáticas provocadas pela libertação de CO₂ para a atmosfera, resultou numa necessidade de redução do mesmo. Esta decisão não existe apenas pela consciência ambiental, mas também pelo mercado económico crescente nesta área e objetivos das mais diversas instituições com responsabilidade e capacidade de intervenção, como a Comissão Europeia.

The European Commission is looking at cost-efficient ways to make the European economy more climate-friendly and less energy-consuming. By 2050, the European Union could cut most of its greenhouse gas emissions. Clean technologies are the future for Europe's economy.

The Roadmap suggests that, by 2050, the EU should cut its emissions to 80% below 1990 levels through domestic reductions alone. It also shows how the main sectors responsible for Europe's emissions - power generation, industry, transport, buildings and construction, as well as agriculture - can make the transition to a low-carbon economy most cost-effectively.

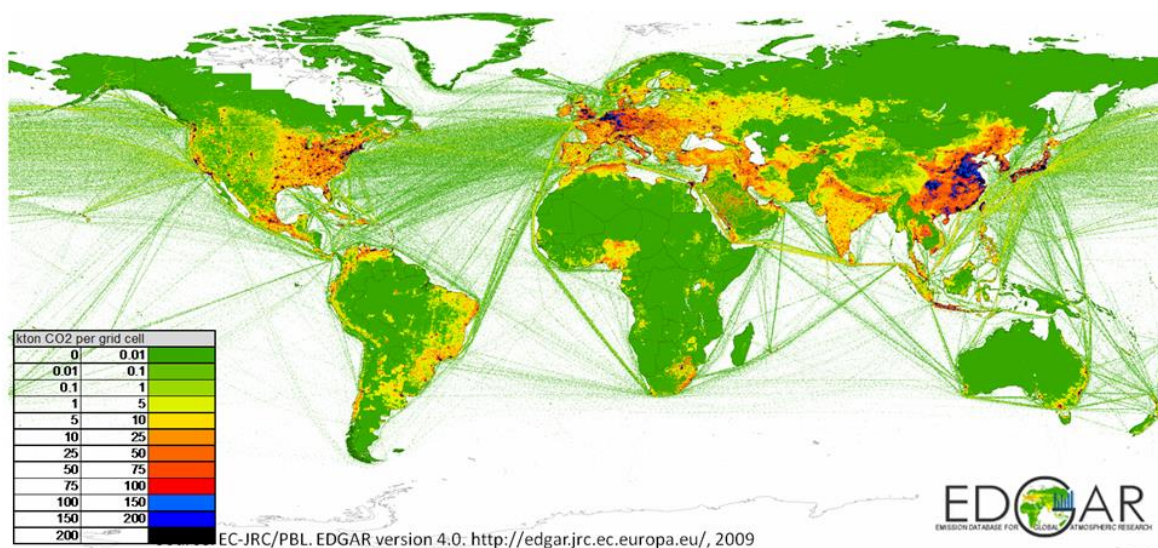


Figura 12 - Emissões CO₂ Mundiais em 2005

Emissions from houses and office buildings can be almost completely cut, by around 90% in 2050.

The energy performance of buildings will be improved drastically; 'passive' housing technology will become mainstream for new buildings and old buildings will be retrofitted.

Heating, cooling and cooking will be largely powered by electricity and renewable energy, instead of fossil fuels.

Investments can be recovered over time through reduced energy bills. (European Commission, 2014)

Como é possível concluir ao mesmo tempo se reduz a pegada carbónica com o investimento em formas de energia mais limpas, é possível recuperar esse investimento através das poupanças alcançadas na substituição ou redução dos combustíveis fósseis.

Com o aumento dos custos das energias fósseis, como o petróleo, gás natural e carvão, esta tendência de poupança será ainda mais acentuada.

No que há geração de energia diz respeito, por exemplo em aquecimento de águas é possível desde já ter um ciclo de carbono neutro, através da biomassa, como a imagem seguinte demonstra.

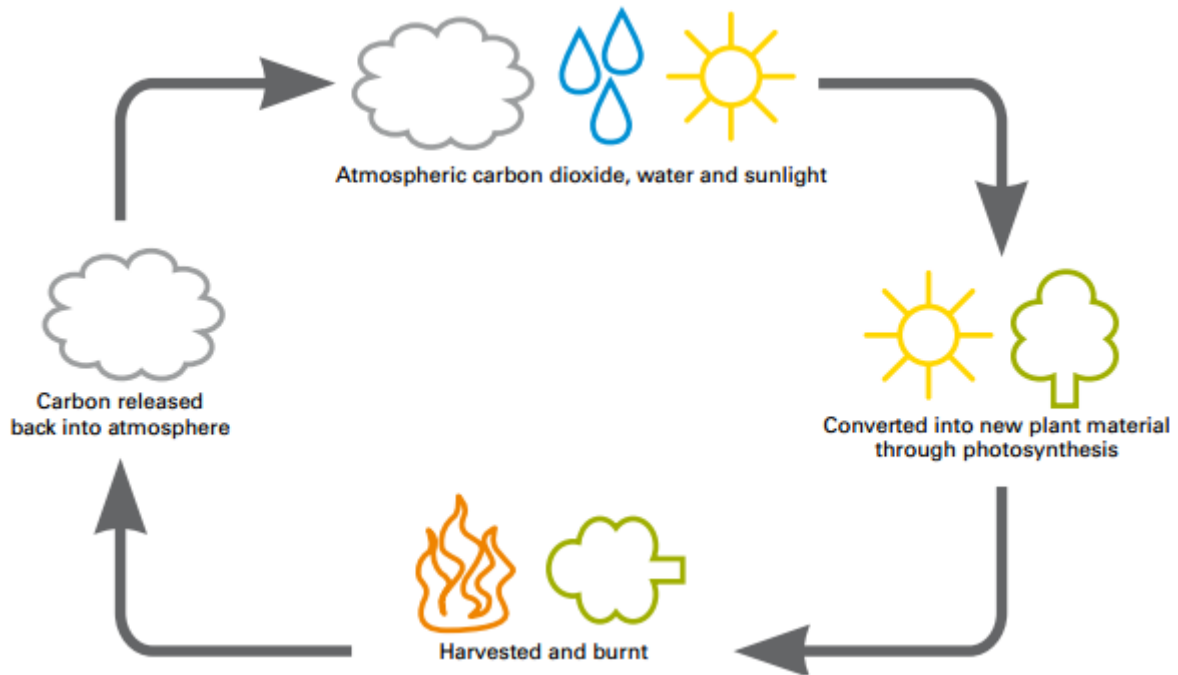


Figura 13 – Ciclo do Carbono

Este ciclo fechado faz com que a quantidade de CO₂ na atmosfera se mantenha estável e não aumente, ao contrário do que acontece aquando da queima de combustíveis fósseis.

The biomass boiler was the most cost effective way of providing a high-quality environment/high-quality heating system (Carbon Trust, 2014)

2. Caso Prático - A Escola EB 2/3 de Canedo

A Escola EB 2/3 de Canedo situa-se na Freguesia de Canedo, no Concelho de Santa Maria da Feira, Distrito de Aveiro.



Figura 15 – Escola EB 2/3 Canedo



Figura 14 – Localização da Escola

A escola possui cerca de 500 alunos, nela se encontram crianças a aprender desde o 5.º ao 9.º ano. Este agrupamento foi o resultado do fecho de outras escolas de menor dimensão para que fosse cumprido o desígnio do Ministério da Educação de um mínimo de 24 alunos por turma.

“5.3 — As turmas dos 5.º ao 12.º anos de escolaridade são constituídas por um número mínimo de 26 alunos e um máximo de 30 alunos.

5.5 — Nos 7.º e 8.º anos de escolaridade, o número mínimo para a abertura de uma disciplina de opção do conjunto das disciplinas que integram as de oferta de escola é de 20 alunos.” (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CIÊNCIA, 2012)

É uma escola típica do parque escolar Português, construída em 1998, nela ainda se encontram muitas soluções antigas, tanto ao nível arquitetónico como do ponto de vista energético, situa-se que urge em modificar. Esta escola não sofreu melhoramentos pois não fez parte das selecionadas em 2008 para a intervenção da empresa pública Parque Escolar (Parque-Escolar, 2014).

2.1 Escola de Canedo - Equipamentos

Na circulação pelos espaços comuns foram anotados todos os locais onde existiam pontos de iluminação e quais se encontravam ligados e desligados.

Desde logo constatou-se que a escola com a sua orientação recebe bastante luz solar, pelo que em muitos espaços a iluminação natural suprimia todas as necessidades.

Verificou que o tipo de iluminação existente era na sua maioria por lâmpadas fluorescentes tubulares T8 de 58 W de 6500 K, com uma restituição de cor de 70, energizadas por um balastro ferromagnético, que provoca o efeito estroboscópico inicial.

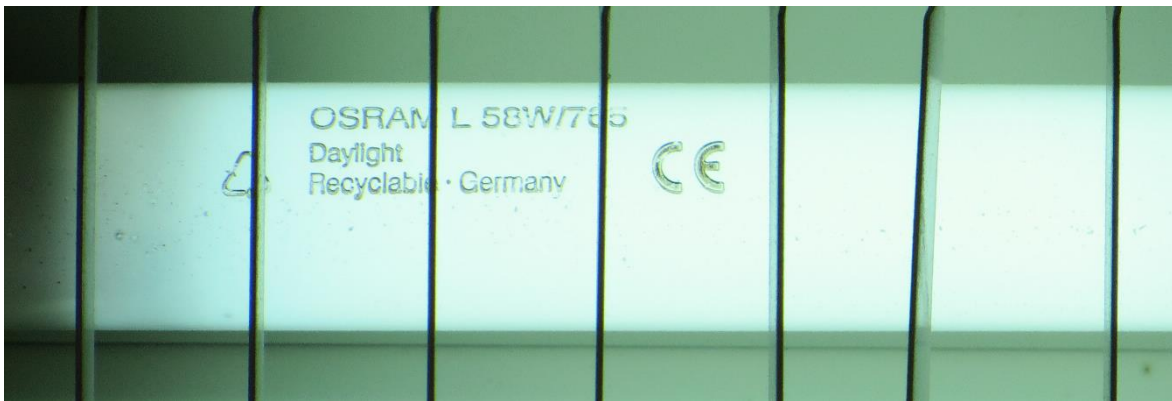


Figura 16 – Lâmpada OSRAM L 58W/765

Na cozinha escolar a maioria os equipamentos, nove, são a gás, apenas existindo um misto, eletricidade/gás.

O que providencia água quente à cozinha é um termoacumulador de 155 l, também ele a gás.



Figura 17 – Características do Termoacumulador

Existem ainda dois termoacumuladores elétricos de 80l com uma potência de aquecimento de 1500 W que fornecem água quente ao bar e à sala dos professores.

Foi verificado no local, que para o bar, seria viável (os dois locais são próximos) a passagem de um tubo de água quente que pudesse eliminar o termoacumulador elétrico para ali designado, ficando a geração de água quente a cargo do termoacumulador a gás da cozinha.

Nos espaços exteriores verificou-se que o tipo de lâmpada era a de vapor de mercúrio de 80W.

No pavilhão gimnodesportivo, pôde-se verificar o tipo de iluminação dos balneários assim como dos corredores de acesso, e da parte principal de realização de atividade física.

Nos balneários masculinos e femininos, e da mesma forma como acontecia no pavilhão principal, também ela é conseguida através das lâmpadas fluorescentes tubulares T8 de 58 W, energizadas por um balastro ferromagnético. No que toca à iluminação do pavilhão principal, esta faz-se através de lâmpadas de vapor de mercúrio de 400 W cada. São usadas 20 destas lâmpadas.

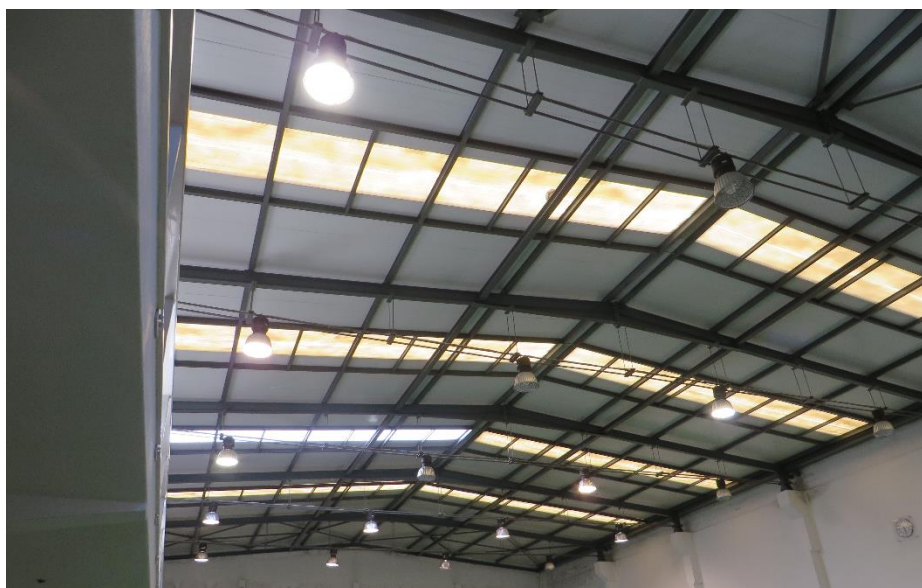


Figura 18 – Iluminação do Pavilhão Principal

Na sala adjacente, mais pequena, são utilizados 9 lâmpadas do mesmo tipo.

No que respeita ao aquecimento das águas para banhos este é assegurada por duas caldeiras de 24kW que funcionam em simultâneo na manutenção da temperatura de um depósito acumulador de 500l.



Figura 19 – Produção e Armazenamento de água quente

Existe retorno ao depósito para que na abertura da torneira a água quente saia imediatamente sem perdas de água. O depósito é apenas de uma serpentina, pelo que inviável caso no futuro sejam usados coletores solares para a ajuda à produção de água quente.

Não existe qualquer **isolamento** nos tubos.

Existem 7 pontos de banho por cada balneário. Foi mencionado que a água para os primeiros banhos sai bastante quente, mas os finais apenas possuem água morna.

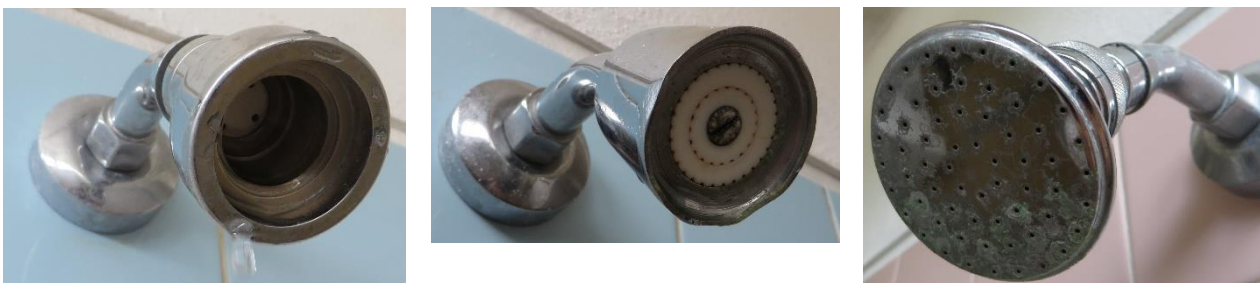


Figura 20 – Diferentes tipos de chuveiros

Existe uma torneira misturadora, que já foi reparada várias vezes, que deveria assegurar a temperatura constante da água, mas que continua a não funcionar corretamente.



Figura 21 – Torneira Misturadora e Circuito

Em relação à componente de água, na segunda visita à escola pôde ser feito a medição dos caudais de cada torneira e chuveiros disponíveis no recinto escolar. Os resultados foram anexados nas tabelas seguintes.

2.2 Consumos de eletricidade – Ano de 2013/2014

Nesta secção apresentam-se os consumos de eletricidade respeitantes ao ano de 2013/2014.

Tabela 1 – Consumos de Eletricidade 2013

Mês	2013											
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Vazio (kWh)	1273	1333	1153	1381	1196	1255	936	781	864	1294	1217	1210
Super Vazio (kWh)	732	754	643	799	692	701	552	478	511	769	720	669
Ponta (kWh)	1956	2776	2529	2366	2694	2745	932	693	694	2608	2588	1800
Cheias (kWh)	6004	9711	8836	5399	5640	5523	2190	1566	1709	5662	7241	5825
En. Rea FV (kVArh)	1117	2127	1869	1259	1812	1613	203	71	95	1881	2440	1333
En. Rea V (kVArh)	142	178	203	235	143	148	254	269	192	65	75	181
Potencia Contratada (kW)	90,6	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92
Potencia HP (kW)	15,77	22,3	22,58	19,08	22,45	22,14	7,7	5,59	5,6	21,73	20,86	14,52
Vazio (kWh)	30	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	31
Super Vazio (kWh)	332,17	470,13	470,04	320,81	340,73	329,81	153,67	113,48	121,87	344,43	379,55	306,58

Tabela 2 – Consumos de Eletricidade 2014

Mês	2014			
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril
Vazio (kWh)	547	1675	939	1081
Super Vazio (kWh)	321	961	548	669
Ponta (kWh)	685	2910	1357	1992
Cheias (kWh)	2325	10580	4548	5584
En. Rea FV (kVArh)	0	0	0	0
En. Rea V (kVArh)	0	0	104	129
Potencia Contratada (kW)	84	84	81	81
Potencia HP (kW)	23,47	23,47	18,84	16,06
Dias	10	31	17	30
Consumo Diário	387,80	520,19	434,82	310,87

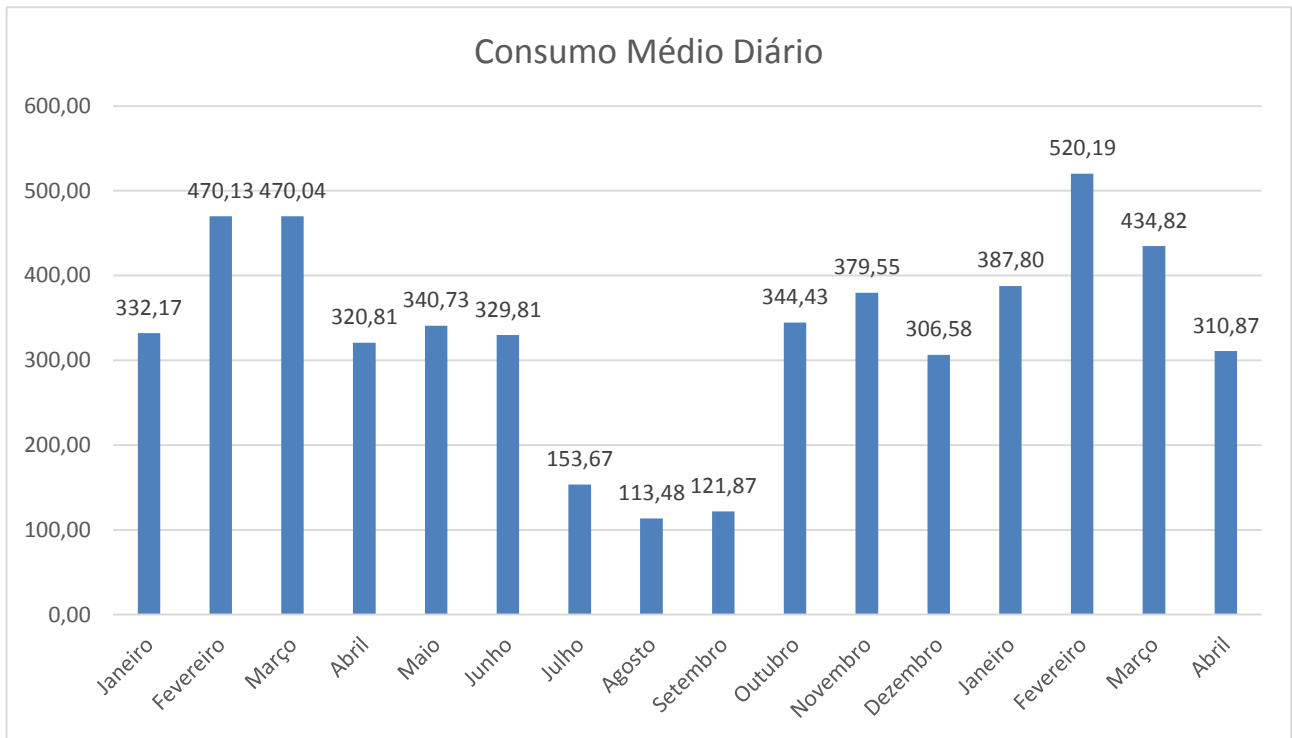


Figura 23 – Consumo médio diário em kWh

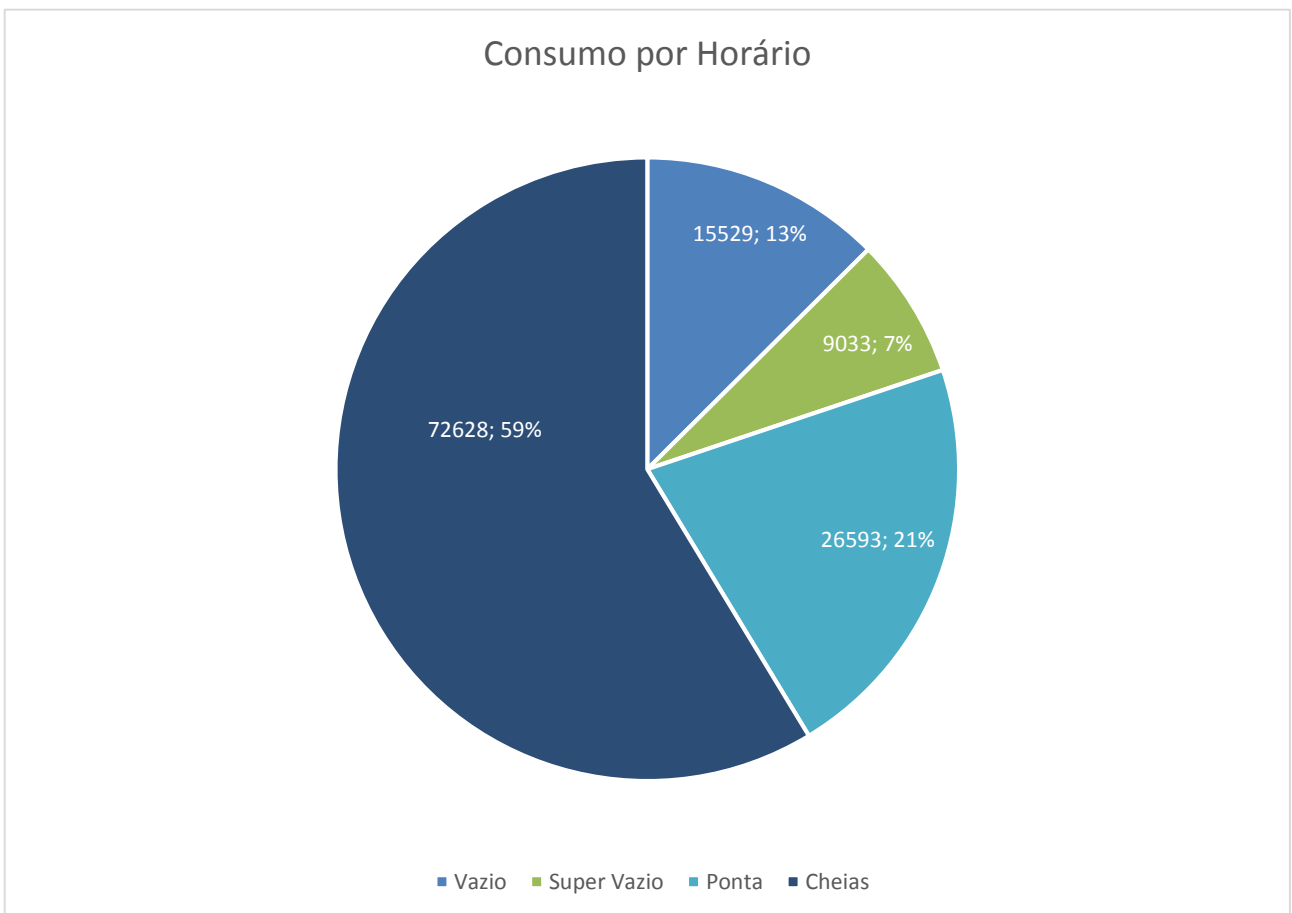


Figura 22 – Consumo por Horário em kWh

Através dos dados acima mostrado é possível verificar algumas tendências. Nos meses de Verão, devido à ausência de aulas o consumo de eletricidade é fortemente reduzido, havendo no entanto consumos de fundo, tais como equipamentos informáticos que estão em funcionamento 24 h; continua a existir trabalho administrativo e de professores, na preparação do novo ano letivo.

Nos meses de inverno o consumo é maior e tal é explicado por dois factos: o primeiro reside na menor duração do dia, o que se traduz em menor quantidade de luz solar natural, por este facto é necessário ter a iluminação ligada por mais tempo; o segundo é explicado pelo uso de equipamentos de aquecimento à base de eletricidade. A escola não possui aquecimento centralizado, pelo que são usados equipamentos pontuais (como aquecedores a óleo, e termo-ventiladores) para o aquecimento dos espaços quando se torna imperativo.

O consumo total da escola no ano de 2013 foi de **111600 kWh de energia ativa** e a repartição pelo tipo de tarifa 13% Vazio, 7% Super Vazio, 21% Ponta e 59% Cheias.

Outros gráficos estão disponíveis em anexo.

2.3 Consumos de Água - Ano de 2013/2014

Nesta secção apresentam-se os consumos de água respeitantes ao ano de 2013/2014.

Tabela 3 – Consumo de Água 2013 – Janeiro/Julho

Mês	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho
Tipo Leitura	R	E	R	E	R	E	R
Consumo (m ³)	624	277	585	308	616	293	654
Dias	63	27	55	28	63	29	59
Consumo Diário	9,90	10,26	10,64	11,00	9,78	10,10	11,08

Tabela 4 – Consumo de Agua 2013 – Agosto/Novembro

Mês	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro
Tipo Leitura	E	R	E	R
Consumo (m ³)	344	701	379	775
Dias	30	61	33	62
Consumo Diário	11,47	11,49	11,48	12,50

Tabela 5 – Consumo de Agua 2014 – Janeiro/Abril

Mês	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril
Tipo Leitura	R	E	R	E
Consumo (m ³)	695	304	595	352
Dias	62	28	56	33
Consumo Diário	11,21	10,86	10,63	10,67

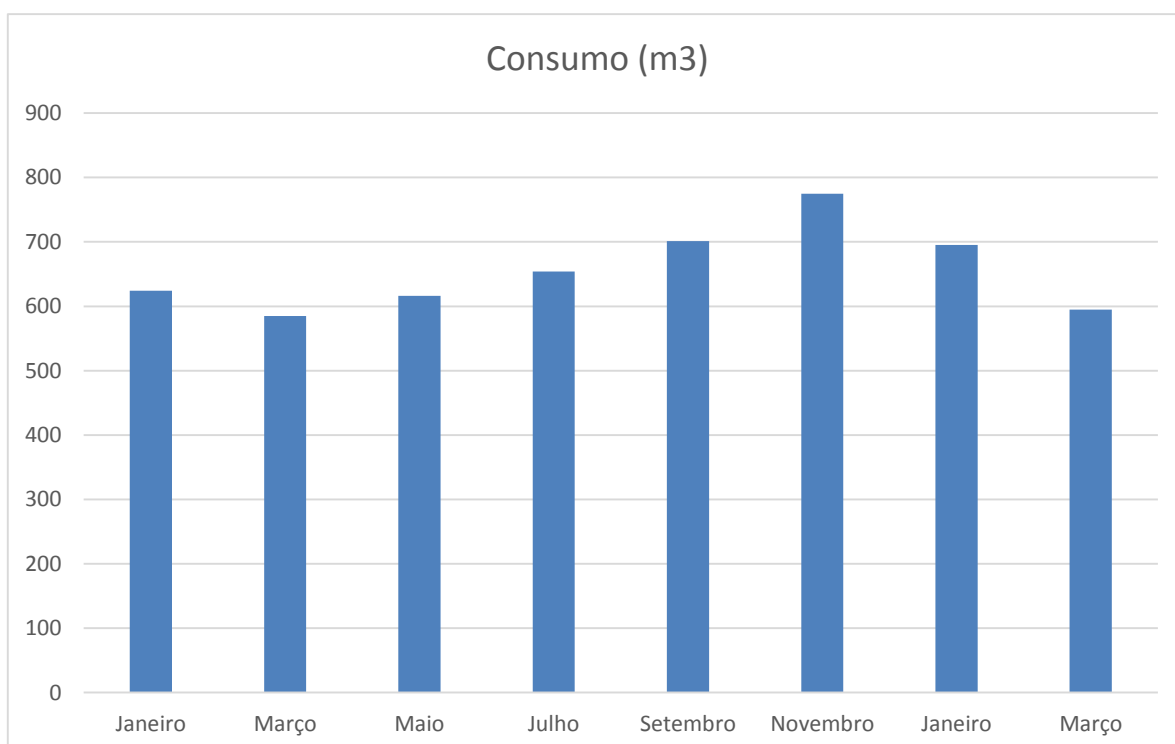


Figura 24 – Gráfico de Consumo de Água 2013/2014

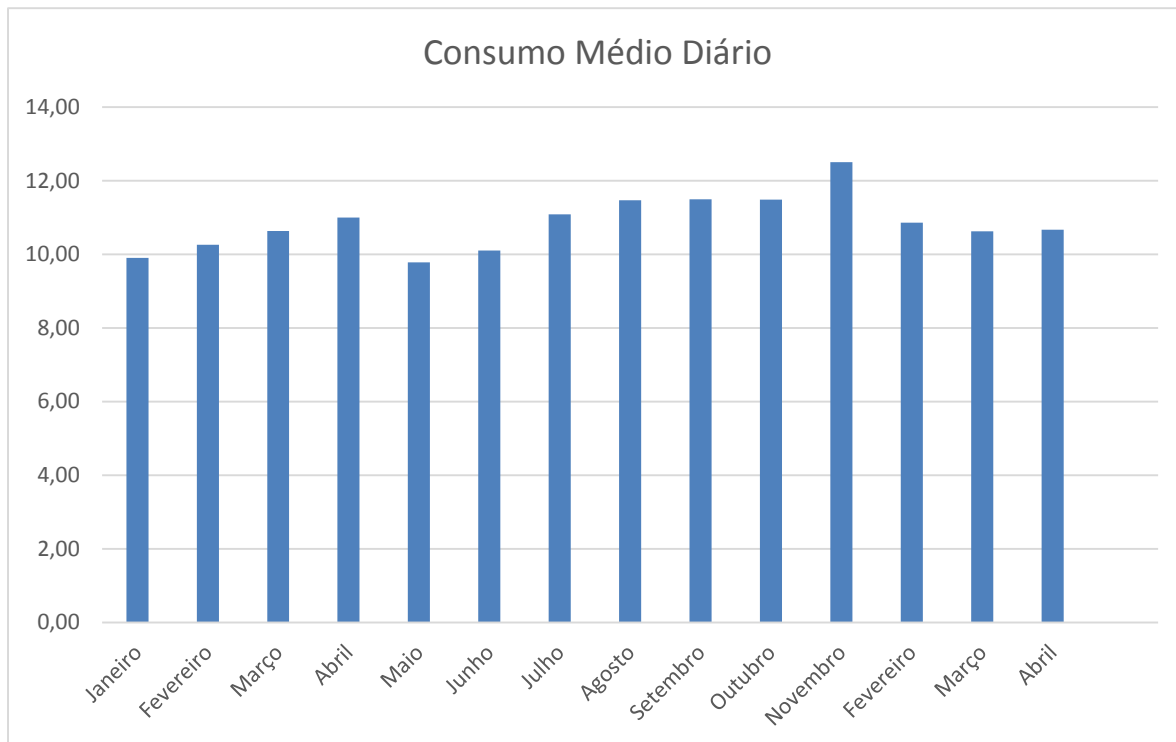


Figura 25 – Consumo médio diário de água no ano 2013/2014

O facto mais relevante no consumo de água é de o mesmo não se alterar nos meses de verão, altura em que o número de alunos é muito baixo e não existe atividade letiva, no entanto pode ser explicado pelas necessidades de rega dos jardins circundantes da escola. Outro facto reside no número diário de m³ gastos, cerca de 11, o que representam 11000 l de água por dia a serem gastos naquela escola pelos alunos, docentes e pessoal não docente nos meses de inverno.



Figura 26 – Área verde da Escola

2.3.1 Caudais das Torneiras

Nesta secção apresentam-se caudais atuais, dos diversos pontos de água, o novo objetivo de caudal e as poupanças projetadas.

Tabela 6 – Caudais das Torneiras no Edifício Principal

Edifício Principal								
Torneira	Quantidade (ml)	Tempo (s)	Caudal (l/min)	Objetivo	Diferença	Tempo (min)	Poupança dia (l)	Poupança mensal (l)
1	600	4	9,0	4	125%	10	50	1100
2	400	5	4,8		20%	10	8	176
3	500	6	5,0		25%	10	10	220
4	600	10	3,6		-10%	10		
5	800	13	3,7		-8%	10		
6	300	5	3,6		-10%	10		
7	350	10	2,1		-48%	10		
8	350	10	2,1		-48%	10		
9	350	10	2,1		-48%	10		
10	350	10	2,1		-48%	10		
11	200	3	4,0		0%	10		
12	900	8	6,8		69%	10	28	605
13	600	3	12,0		200%	10	80	1760
14	400	13	1,8		-54%	10		
15	100	3	2,0		-50%	10		
16	400	12	2,0		-50%	10		
17	300	7	2,6		-36%	10		
18	700	9	4,7		17%	10	7	147
19	700	9	4,7		17%	10	7	147
20	700	9	4,7		17%	10	7	147
21	700	9	4,7		17%	10	7	147
22	700	9	4,7		17%	10	7	147
23	300	2	9,0		125%	10	50	1100
24	500	10	3,0		-25%	10		
25	500	10	3,0		-25%	10		
26	500	10	3,0		-25%	10		
27	400	6	4,0		0%	10		
28	800	12	4,0		0%	10		
28	800	12	4,0	0%	10			

Tabela 7 – Caudais das Torneiras da Cozinha

Cozinha								
Torneira	Quantidade (ml)	Tempo (s)	Caudal (l/min)	Objetivo	Diferença	Tempo (min)	Poupança dia (l)	Poupança mensal (l)
1	750	3	15,0	9,0	67%	40	240,0	5280
2	450	3	9,0		0%	20	0,0	0
3	600	3	12,0		33%	20	60,0	1320
4	600	3	12,0		33%	20	60,0	1320

Tabela 8 – Caudais das Torneiras do Pavilhão Gimnodesportivo

Torneiras Pavilhão								
Torneira	Quantidade (ml)	Tempo (s)	Caudal (l/min)	Objetivo	Diferença	Tempo (min)	Poupança dia (l)	Poupança mensal (l)
1	300	2	9,0	4	125%	10	50	1100
2	500	3	10,0		150%	10	60	1320
3	300	2	9,0		125%	10	50	1100
4	500	3	10,0		150%	10	60	1320

Tabela 9 – Caudais dos Chuveiros do Gimnodesportivo

Chuveiros										
	Chuveiro	Quantidade (ml)	Tempo (s)	Caudal (l/min)	Objetivo	Diferença	Tempo de banho (min)	Poupança banho (l)	Poupança dia (l)	Poupança mensal (l)
Homens	1	800	3	16,0	6	167%	9	90,0	450	9900
	2	800	3	16,0		167%		90,0	450	9900
	3	800	3	16,0		167%		90,0	450	9900
	4	800	3	16,0		167%		90,0	450	9900
	5	700	6	7,0		17%		9,0	45	990
	6	700	6	7,0		17%		9,0	45	990
	7	800	5	9,6		60%		32,4	162	3564
Mulheres	8	850	5	10,2		70%		37,8	189	4158
	9	850	5	10,2		70%		37,8	189	4158
	10	700	3	14,0		133%		72,0	360	7920
	11	700	3	14,0		133%		72,0	360	7920
	12	800	3	16,0		167%		90,0	450	9900
	13	800	3	16,0		167%		90,0	450	9900
	14	800	3	16,0		167%		90,0	450	9900

A vermelho estão os consumos que mais se distanciam do objetivo final, a amarelo o próximos e a verde aqueles que já cumprem a meta designada.

O caso dos últimos deve ao facto de os passadores principais terem sido parcialmente fechados, pelo que no caso de utilização simultânea de vários pontos de água o caudal e pressão da água são reduzidos.

Como fica demonstrado o potencial de poupança relativamente à água é de enorme valor. O maior peso está nos caudais dos chuveiros, facto que está também diretamente ligado ao consumo de água quente e de gás para aquecer a mesma água.

A maioria dos chuveiros possui um caudal de 16 l/min, o que além de estar muito aquém de um valor correto, dá azo a um enorme desperdício. Foi por isso proposta a redução para 6 l/min, o que representa uma poupança de 10 l/min a multiplicar pelos 14 chuveiros disponíveis. O caudal de 6l/min é um compromisso entre a poupança e o conforto dos utilizadores. Para efeitos de cálculo, foram tomados como valores de referência 5 sessões de banhos diários, para 22 dias úteis.

2.4 Consumos de Gás

Nesta secção apresentam-se os consumos de gás propano respeitantes aos anos de 2011, 2012 e 2013

Tabela 10 – Consumos de gás propano

2011					
Gás Propano	Fevereiro	Abril	Setembro	Dezembro	Total (kg)
Quantidade (kg)	566	920	781	1037	3304
Preço kg	1,0095	1,0993	1,0603	1,1832	
Preço	571,38	1011,36	828,09	1226,98	3 637,81 €

2012					
Gás Propano	Fevereiro	Maior	Setembro	Dezembro	Total (kg)
Quantidade (kg)	1164	1003	409	1089	3665
Preço kg	1,2296	1,2296	1,2296	1,2296	
Preço	1431,25	1233,29	502,91	1339,03	4 506,48 €

2013					
Gás Propano	Janeiro	Maior		Dezembro	Total (kg)
Quantidade (kg)	693	1412		1566	3671
Preço kg	1,3901 €	1,2737 €		1,3901 €	
Preço	963,34	1798,46		2176,90	4 938,70 €

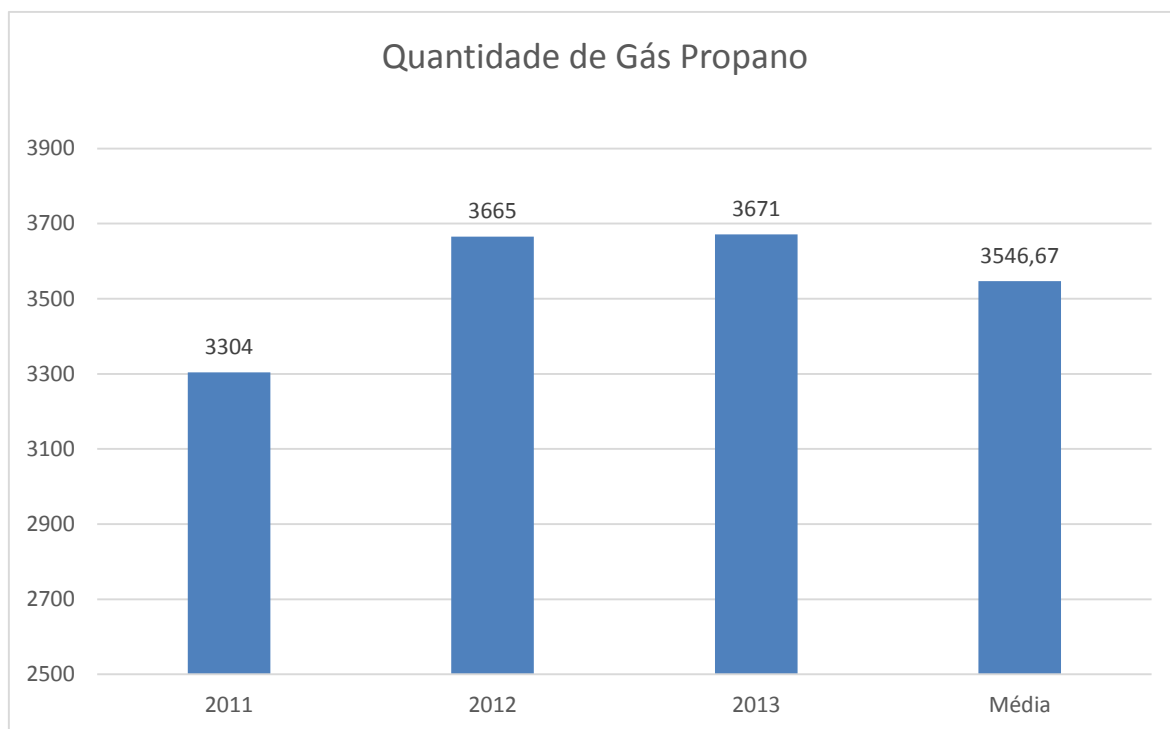


Figura 27 – Quantidade de Gás Propano comprado por ano

2.5 Alterações propostas na Eletricidade

2.5.1 Lâmpadas Florescentes 58W

Como havia sido referido anteriormente na secção de visita à escola, o tipo de iluminação predominante que existe na Escola de Canedo, são lâmpadas fluorescentes de 58W com balastro ferro – magnético. Além disso são também usadas lâmpadas de vapor de mercúrio de 80 W e 400 W para iluminação dos espaços exteriores e pavilhão gimnodesportivo. Em menor quantidade são usadas lâmpadas incandescentes ou fluorescentes compactas para iluminação pontual.

De seguida será mostrado o levantamento feito para cada tipo de lâmpada, assim como a projeção de consumo que as mesmas acarretam.

Tabela 11 – Potência e Quantidade de lâmpadas Florescentes 58W

Piso 0	Núm. Luminárias	Núm. Lâmpadas	Lâmpada	Balastro	Pot. Instalada (W)
Zonas de Corredor	37	74	58	14	5328
Salas de Aula	34	68	58	14	4896
Refeitório	15	30	58	14	2160
Polivalente	14	28	58	14	2016
Serviços Admin.	35	70	58	14	5040
Cozinha	14	28	58	14	2016
WC	18	18	58	14	1296
Soma Parcial		316			22752

Piso 1					
Zonas de Corredor	37	74	58	14	5328
Salas de Aula	150	300	58	14	21600
Biblioteca	18	36	58	14	2592
Soma Parcial		410			29520

Ginásio					
Balneários	20	20	58	14	1440
Soma Parcial		20			1440

Soma Total		746			53712
------------	--	-----	--	--	--------------

Tabela 12 - Potência e Quantidade de lâmpadas de Vapor de Mercúrio 80W

Edifício	16	16	80	8	1408
Recreio	18	18	80	8	1584
Soma Total		34			2992

Para a substituição das lâmpadas fluorescentes de 58W apresenta-se de seguida a proposta de substituição por LED e as suas características.



Figura 29 – Lâmpada LED de 22W

Características principais (GESEIPRIME LDA, 2014)

- - Corpo integralmente em policarbonato (PC);
- - Difusor transparente e estriado;
- - Desenho normalizado e robusto;
- - Diferentes tipos de casquilho disponíveis;
- - Tecnologia LED de média potência e elevado desempenho (PLCC);
- - Diferentes níveis de restituição cromática disponíveis;
- - Elevada eficácia luminosa; (95-103 lm/W)
- - Diferentes temperaturas de cor disponíveis; (3000 K, 4000 K, 5000 K)
- - Diferentes níveis de fluxo luminoso disponíveis;
- - Vida útil elevada. (50000 h)

Especificações Técnicas: (GESEIPRIME LDA, 2014)

	TLS8 1500	
	MB	HB
Tensão de entrada (VIn):	230 V AC ± 15%	
Frequência (F):	50 Hz ± 5%	
Corrente de entrada (IIn):	89,6 mA	128,7 mA
Potência de entrada (PIn):	21,4 W	29,6 W
Fator de potência (PF):	0,92	
Distorção harmónica (THD):	< 20%	
Proteção de entrada:	MOV (tensão)/PTC (corrente)	
Classe de proteção:	Classe II*	

NOTA: Valores nominais à temperatura ambiente (Ta) de 25 °C.

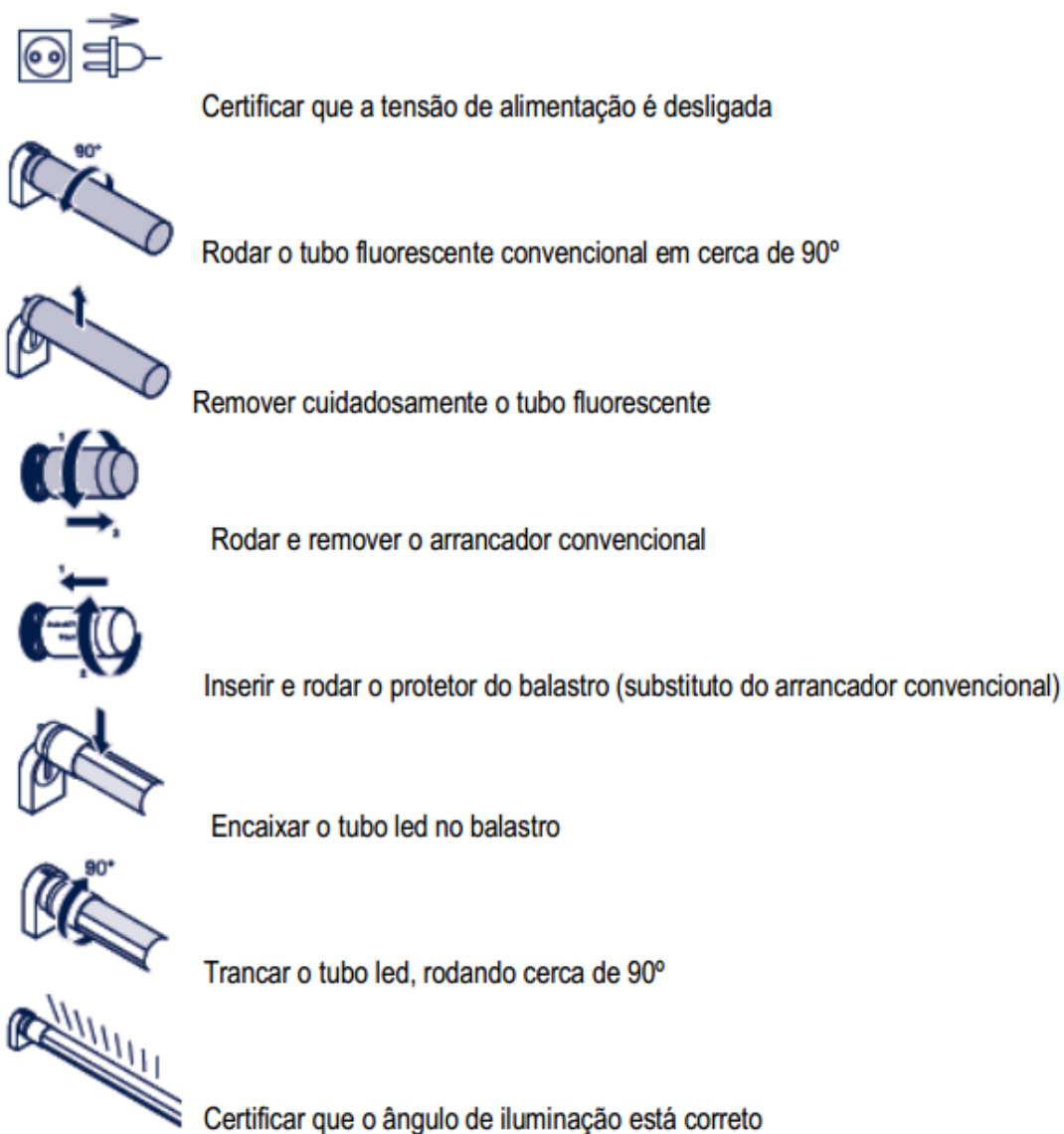
(*) - De acordo com a norma EN60598.

Figura 28 – Especificações técnicas Lâmpada LED

A lâmpada apresentada permite reduzir o consumo de energia em **69%**. O consumo passa de 58W da lâmpada mais 14W do balastro, na totalidade 72W, para 22W.

Além disso a cor usada, 4000 K, é mais apropriada para o ambiente escola de sala de aula, ao invés dos 6500 K, pois providencia uma atmosfera mais acolhedora. (Osram, 2014)

O processo de instalação é simples, tendo em conta que é usado um balastro ferromagnético.



Desta forma o tempo de instalação e também o seu custo é reduzido. A instalação pode ser feita pelos técnicos responsáveis da escola, não havendo necessidade de contratação de empresas externas para o fazerem.

As lâmpadas antigas devem ser recicladas para que o mercúrio contido nelas não caia na natureza ou seres humanos; (Energy Star, 2014) e em caso de no processo houver quebra

de qualquer uma, devem ser seguidas recomendações estritas. (United States Environmental Protection Agency, 2014)

2.5.2 Consumo de energia para Florescentes 58W

Tabela 13 – Projeção de consumo do piso 0

Piso 0	Horas Ligadas	Horas ano	Fator Utilização	Energia diária	Energia Mensal	Energia Anual
Zonas de Corredor	9	1980	38%	48,0	1055	10549
Salas de Aula	9	1980	38%	44,1	969	9694
Refeitório	3	660	13%	6,5	143	1426
Polivalente	3	660	13%	6,0	133	1331
Serviços Adm	9	1980	38%	45,4	998	9979
Cozinha	5	1100	21%	10,1	222	2218
WC	9	1980	38%	11,7	257	2566

Soma Parcial 171,6 3776 37763

Tabela 14 – Projeção de Consumo do piso 1

Piso 1	Horas Ligadas	Horas ano	Fator Utilização	Energia diária	Energia Mensal	Energia Anual
Zonas de Corredor	9	1980	38%	48,0	1055	10549
Salas de Aula	9	1980	38%	194,4	4277	42768
Biblioteca	9	1980	38%	23,3	513	5132

Soma Parcial 265,7 5845 58450

Tabela 15 – Projeção de consumo do Ginásio

Ginásio	Horas Ligadas	Horas ano	Fator Utilização	Energia diária	Energia Mensal	Energia Anual
Balneários	9	1980	38%	13,0	285	2851

Soma Parcial 13,0 285 2851

Tabela 16 – Totais Diários, Mensais e Anuais

450,3	9906	99063
-------	------	--------------

2.5.3 Potência instalada com LED de 22W

Piso 0	Núm. Luminárias	Núm. Lâmpadas	Lâmpada	Pot. Instalada (W)
Zonas de Corredor	37	74	22	1628
Salas de Aula	34	68	22	1496
Refeitório	15	30	22	660
Polivalente	14	28	22	616
Serviços Admin	35	70	22	1540
Cozinha	14	28	22	616
WC	18	18	22	396

Soma Parcial 316 6952

Piso 1	Núm. Luminárias	Núm. Lâmpadas	Lâmpada	Pot. Instalada (W)
Zonas de Corredor	37	74	22	1628
Salas de Aula	150	300	22	6600
Biblioteca	18	36	22	792

Soma Parcial 410 9020

Ginásio	Núm. Luminárias	Núm. Lâmpadas	Lâmpada	Pot. Instalada (W)
Balneários	20	20	22	440

Soma Parcial 20 440

Soma Total 746 **16412**

Através das lâmpadas LED de 22W a potência total requerida para o funcionamento desce de 53712 W para 16412 W uma redução de 69%.

Esta substancial redução vai permitir à escola não só a redução pela via dos kWh não consumidos, mas também pelo facto de as horas de ponta e cheias, períodos tarifários mais caros, coincidirem com o período onde esta poupança incidirá.

2.5.4 Projeção de poupança com LED

Piso 0	Horas Ligadas	Horas ano	Fator Utilização	Energia diária	Energia Mensal	Energia Anual
Zonas de Corredor	9	1980	38%	14,7	322	3223
Salas de Aula	9	1980	38%	13,5	296	2962
Refeitório	3	660	13%	2,0	44	436
Polivalente	3	660	13%	1,8	41	407
Serviços Admin	9	1980	38%	13,9	305	3049
Cozinha	5	1100	21%	3,1	68	678
WC	9	1980	38%	3,6	78	784

Soma Parcial				52,4	1154	11539
--------------	--	--	--	------	------	-------

Piso 1	Horas Ligadas	Horas ano	Fator Utilização	Energia diária	Energia Mensal	Energia Anual
Zonas de Corredor	9	1980	38%	14,7	322	3223
Salas de Aula	9	1980	38%	59,4	1307	13068
Biblioteca	9	1980	38%	7,1	157	1568

Soma Parcial				81,2	1786	17860
--------------	--	--	--	------	------	-------

Ginásio				0,0	0	0
Balneários	9	1980	38%	4,0	87	871

Soma Parcial				4,0	87	871
--------------	--	--	--	-----	----	-----

Soma Total				137,6	3027	30269
------------	--	--	--	-------	------	-------

De forma análoga a quantidade de energia consumida no ano sofrerá também uma diminuição de 69% de 99063 kWh para 30269 kWh no que só a esta componente da iluminação diz respeito.

2.5.5 Análise económica da substituição de lâmpadas Florescentes por LED

O valor do investimento nas lâmpadas LED está diretamente ligado ao seu custo, pois não será necessária a contratação de mão-de-obra exterior para a substituição das mesmas.

As armaduras já existentes serão convertidas, através de simples alterações nas ligações elétricas, e as lâmpadas LED substituirão as fluorescentes de forma direta.

O custo de aquisição das lâmpadas LED, 746 lâmpadas, orça em **10742.40€**, tendo cada lâmpada um custo unitário de **14.40€**.

A custo de faturação anual que diz respeito ao consumo das lâmpadas fluorescentes é avaliado em **13868.87 €**, fazendo a ponderação com o consumo total da escola e a repartição pelo tipo de tarifa (13% Vazio, 7% Super Vazio, 21% Ponta e 59% Cheias) o custo médio ponderado do kWh é de 0.14€.

A fatura anual com as novas lâmpadas LED descerá para **4237,71€**, a **poupança é de 9631,16 €/ano**.

Desta forma o paypack deste investimento será de **1.12 anos**, o que corresponde a 1 ano e 2 meses.

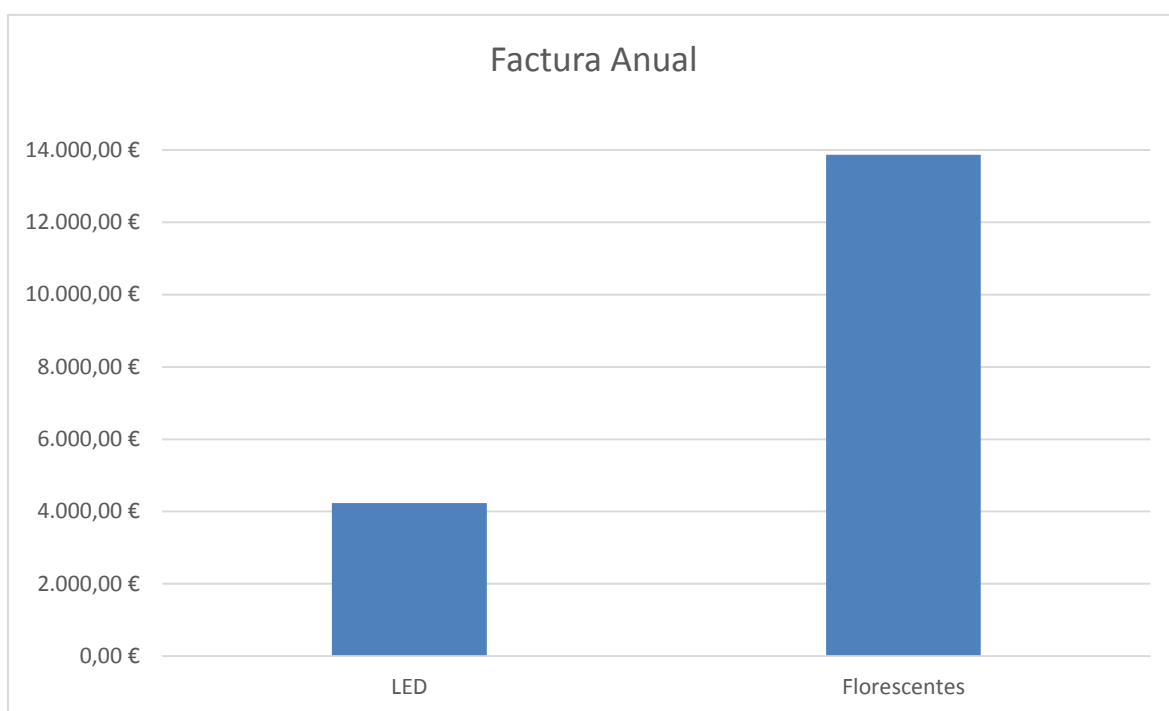


Figura 30 – Redução de custo com lâmpadas LED

Pode se concluir que o investimento é rentável e prioritário.

2.5.6 Lâmpadas de Vapor de Mercúrio 400W

No caso das lâmpadas de Vapor de Mercúrio de 400W estas são responsáveis pela iluminação do interior do recinto de prática desportiva.

As mesmas são formadas por um tubo de descarga de quartzo preenchido com vapor de mercúrio a alta pressão. O seu arranque e funcionamento requerem um balastro apropriado, pelo que não podem ser ligadas diretamente à corrente elétrica.

A sua substituição ficará a cargo de campânulas LED de 150W.



Figura 31 – Campânula LED

Tabela 17 - Potência e Quantidade de lâmpadas de Vapor de Mercúrio 400W

Ginásio	Núm. Luminárias	Núm. Lâmpadas	Lâmpada	Balastro	Pot. Instalada (W)
Recinto	20	20	400	35	8700
Recinto 2	9	9	400	35	3915
Soma Total		29			12615

2.5.7 Consumo de Energia com Lâmpadas de Vapor de Mercúrio 400W

Ginásio	Horas Ligadas	Horas Anuais	Fator de Utilização	Energia diária (kWh)	Energia Mensal (kWh)	Energia Anual (kWh)
Recinto	3	660	13%	26,1	574	5742
Recinto 2	3	660	13%	11,7	258	2584

Embora as lâmpadas do ginásio sejam em menor numero, e estejam menos tempo ligadas que as suas congéneres fluorescentes, representam uma potência instalada de 13 kW. Pelo que a sua substituição por LED fará baixar bastante este requisito, importante em termos de faturação.

2.5.8 Potência Instalada com LED 150W e Consumo de Energia

Tabela 18 – Potência Instalada

Ginásio	Núm. Luminárias	Núm. Lâmpadas	Lâmpada	Pot. Instalada
Recinto	15	15	150	2250
Recinto 2	6	6	150	900

Tabela 19 – Consumo de Energia

Ginásio	Horas Ligadas	Horas Anuais	Fator Utilização	Energia diária (kWh)	Energia Mensal (kWh)	Energia Anual (kWh)
Recinto	3	660	13%	6,8	149	1485
Recinto 2	3	660	13%	2,7	59	594

Além de ser baixar a potência instalada pela utilização da tecnologia LED que possui um rácio lm/W maior (80 vs. 45), baixa-se também a quantidade de projetores instalados, pois pela observação, a iluminação do espaço encontrava-se sobre dimensionado.

Desta forma consegue-se uma redução não só pelo aumento da eficiência, como também pelo facto de se usar uma menor quantidade de projetores, mantendo no entanto a qualidade visual para a prática de atividade desportiva.

No decorrer deste relatório será mostrada uma medida de índole não energética, para se aproveitar melhor a quantidade de luz solar que ilumina o espaço.

2.5.9 Análise Económica da substituição de Lâmpadas de Vapor de Mercúrio 400W por LED

O custo de aquisição das lâmpadas LED, 21 lâmpadas, orça em **5163.90 €**, tendo cada lâmpada um custo unitário de **245.90 €**.

A custo de faturação anual que diz respeito ao consumo das lâmpadas de vapor de mercúrio é avaliado em **1165.63 €**, fazendo a ponderação com o consumo total da escola e a repartição pelo tipo de tarifa (13% Vazio, 7% Super Vazio, 21% Ponta e 59% Cheias) o custo médio ponderado do kWh é de 0.14€.

A fatura anual com as novas lâmpadas LED descera para **291.06€**, a **poupança de 874.57€/ano**.

Desta forma o paypack deste investimento será de **5.9 anos**, o que corresponde a 5 ano e 11 meses.

Pode-se concluir que o investimento não é prioritário, devem-se aplicar outras soluções com payback menor de um modo mais imediato.

2.5.10 Lâmpadas de Vapor de Mercúrio de 80W

No caso das lâmpadas de Vapor de Mercúrio de 80W estas são responsáveis pela iluminação do exterior da escola, nos espaços de circulação. Tal como as suas congéneres de 400W necessitam de balastro apropriado.

O seu equivalente em LED é um projetor dessa tecnologia com uma potência de 40W.



Figura 32 – Projetor LED

Tabela 20 - Potência Instalada

	Núm. Luminárias	Núm. Lâmpadas	Lâmpada	Balastro	Pot. Instalada (W)
Edifício	16	16	80	8	1408
Recreio	18	18	80	8	1584

Tabela 21 - Consumo de Energia

	Horas Ligadas	Horas Anuais	Fator Utilização	Energia diária (kWh)	Energia Mensal (kWh)	Energia Anual (kWh)
Edifício	2	440	8%	2,8	62	620
Recreio	2	440	8%	3,2	70	697

As lâmpadas responsáveis pela iluminação do espaço envolvente representam uma potência instalada de 3 kW. O número de horas ligadas por dia apresenta um valor baixo, pois os responsáveis da gestão da escola indicaram as mesmas apenas são ligadas no final do dia, sendo que num dia normal as aulas terminam por volta das 17h.

2.5.11 Potência instalada com projetor LED 40 W

Tabela 22 – Potência Instalada

	Núm. Luminárias	Núm. Lâmpadas	Lâmpada	Pot. Instalada (W)
Edifício	16	16	40	640
Recreio	18	18	40	720

Tabela 23 - Consumo de Energia

	Horas Ligadas	Horas Anuais	Fator Utilização	Energia diária	Energia Mensal	Energia Anual
Edifício	2	440	8%	1,3	28	282
Recreio	2	440	8%	1,4	32	317

Devido à baixa utilização diária, a poupança refletida não é tão apreciável como as previamente apresentadas. Mesmo assim em termos energéticos a redução em energia é superior a 50%, para o mesmo nível de iluminação.

2.5.12 Análise Económica da substituição de Lâmpadas de Vapor de Mercúrio 80W por LED

O custo de aquisição dos projetores LED, 34 projetores, orça em **1 203,60** € tendo cada lâmpada um custo unitário de **35,40** €.

A custo de faturação anual que diz respeito ao consumo das lâmpadas fluorescentes é avaliado em **184,31** €, fazendo a ponderação com o consumo total da escola e a repartição pelo tipo de tarifa (13% Vazio, 7% Super Vazio, 21% Ponta e 59% Cheias) o custo médio ponderado do kWh é de 0.14€.

A fatura anual com as novas lâmpadas LED descera para **83,78** €, **uma poupança de 100,53€ ano.**

Desta forma o paypack deste investimento será de **12 anos.**

Pode-se concluir que o investimento não é prioritário, devem-se aplicar outras soluções com payback menor de um modo mais imediato.

2.6 Alterações propostas na energia Térmica

2.6.1 Conversão do tipo de gás - Propano para Natural

A escola situa-se numa zona dotada de rede de Gás Natural.



Figura 33 – Placa de Presença de Rede de GN na rua da escola.

Segundo um dos seus fornecedores, o Gás Natural oferece as seguintes vantagens: (Gas Natural Fenosa, 2014)

- *Eficiência e competitividade.*
- *Maior respeito meio ambiental. O gás natural é a energia mais limpa e menos contaminante de todos os combustíveis fósseis. Emite entre 40 e 45 % menos CO₂ do que o carvão e 30 % menos do que o petróleo. Além do mais, as emissões de NO_x derivadas da sua combustão são muito reduzidas em comparação com as do carvão e do petróleo; e as emissões de SO_x e de partículas sólidas são praticamente nulas.*
- *Uma fonte de energia prática que não precisa de armazenamento.*
- *Poupança económica: os equipamentos não sofrem corrosões nem deteriorações, portanto aumentam o rendimento e a vida útil dos mesmos e diminuem o custo de manutenção.*
- *Garantia de segurança num fornecimento firme, contínuo e de preço competitivo e previsível a médio prazo.*

Posto isto foi feito o estudo económico para se avaliar se a passagem de gás propano armazenado para gás natural traria vantagens tendo em conta o histórico de consumos e tipos de equipamento disponíveis. De seguida apresentam-se os cálculos efetuados.

Usaram-se os seguintes fatores de conversão (consulta disponível em anexo):

1 m ³ de GN =	10,53 kWh
--------------------------	-----------

1kg Propano =	12,53 kWh
---------------	-----------

Consumo médio de Gás Propano: 3546.7kg/ano

Custo/kg (€) (Com correção face ao aumento esperado): 1.43€

Custo Anual de Gás Propano: 5 076,34 €

Gás Natural:

Tabela 24 – Valores de Gás Natural

Gás Natural	
Quantidade (kWh)	44440
Quantidade (m ³)	4220,3
Preço kWh	0,0611
Termo Fixo Dia	0,1819
Preço	2 781,66 €

Custo Anual de Gás Natural: 2 781,66 €

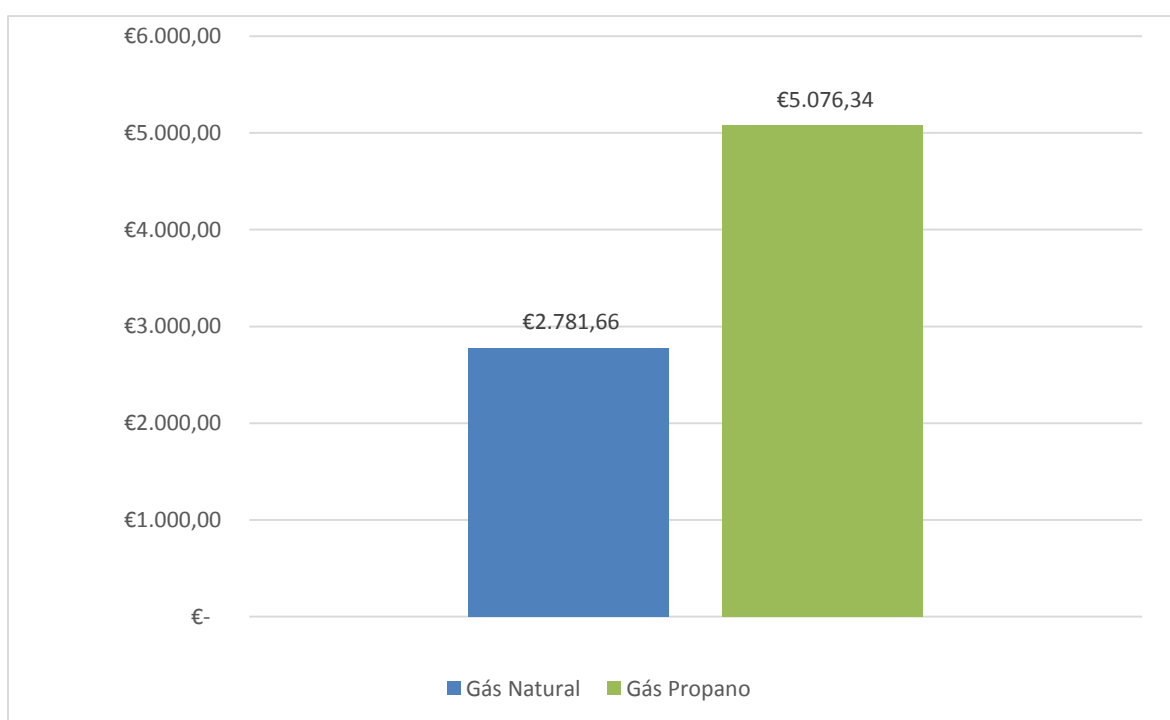


Figura 34 – Gráfico de comparação de custo anual

Poupança anual com a conversão para Gás Natural: 2 294,68 €

Valor do Investimento		5 133,00 €
Valor das Receitas		2 294,68 €

Payback (anos) 2,2

2 Anos e 3 meses

O valor do investimento em cima mostrado comporta, todas as obras de construção civil assim como a conversão de todos os equipamentos a gás da escola (caldeiras, fogões, termoacumuladores).

Fica assim provado que a conversão para gás natural resulta numa substancial redução dos custos (mais de 50%) e que a longo prazo uma boa opção do ponto de vista económico.

2.6.2 Caldeira a Pellets

Os *pellets* de madeira são biocombustíveis sólidos de fisionomia granulada cilíndrica produzidos a partir dos sobrantes da indústria madeireira, nomeadamente o serrim de pinho fresco. Este serrim de pinho é submetido a um processo de secagem seguindo-se a sua granulação. O produto final é um aglomerado extremamente denso, de baixo teor de humidade o que permite obter elevados níveis de eficiência de combustão ao serem queimados.

Pellets são um combustível ecológico porque têm impacto neutro nas emissões de CO₂ que emitem durante a queima.

No processo de combustão dos *pellets* o CO₂ que é libertado na atmosfera é recuperado pelas árvores no seu processo de crescimento, evitando assim novas emissão de CO₂, podendo dizer-se que estamos perante o ciclo neutro ou fechado do carbono.

Os *pellets* são higroscópicos, em contacto com humidade empolam e tornam-se prescindíveis. (Deutscher Energieholz- und Pellet-Verband e.V. (DEPV), 2014)



Figura 35 - *Pellets*

Numa altura em que Portugal já produz mais de 600 mil toneladas de pellets por ano, (...) Os pellets de madeira (...) apresentam enormes vantagens relativamente a combustíveis fósseis, para a utilização em sistemas de aquecimento, sejam domésticos (salamandras e caldeiras para aquecimento e produção de água quente sanitária) ou industriais (queimadores ou caldeiras de elevada potência): baixo custo, produto endógeno, promoção de pequenos negócios locais e da utilização de resíduos florestais, melhoria da classificação energética dos edifícios, uma vez que é considerado "combustível de carbono zero", entre outras. (Ordem dos Engenheiros, 2014)

Para a queima deste produto de forma automática, foram concebidas caldeiras com alimentação automática de *pellets*, que permitem o funcionamento autónomo como se de uma caldeira tradicional de outro combustível (gás natural, gasóleo) se tratasse.

Para o caso desta escola torna-se imperativo que o sistema seja automático, apenas com necessidade de abastecimento dos *pellets* em período a determinar, por parte do pessoal escolar.

As caldeiras existentes a gás, totalizam uma potência de 48kW (24+24), pelo que a caldeira a *pellets* terá igualar ou ter uma potência superior a estas.

Um equipamento capaz de cumprir as especificações acima mencionadas seria a caldeira automática a pellets D50P do fabricante Atmos.



Figura 36 – Exemplo de instalação – Depósito acumulador, caldeira, depósito de *pellets*

Neste caso o sistema é totalmente automático e independente. À direita podemos ver o depósito de armazenamento de *pellets* de 500l ou 416kg de *pellets*. Através do sistema de alimentação os *pellets* são encaminhados para a caldeira, de acordo com as necessidades da mesma. À potência nominal o consumo de *pellets* é de 10.6 kg/h. A caldeira opera com uma eficiência de 91.1%.

De seguida o circuito de água quente aquece a água existente no depósito acumulador até à temperatura desejada, para que a mesma possa ser usada quando necessário. Assim que a temperatura desce a caldeira entra em funcionamento. De destacar que o funcionamento da caldeira é modulante, pelo que mais facilmente consegue manter uma temperatura estável dentro do depósito de acumulação.

A norma Europeia EN 14961-2 estabelece os parâmetros que regulam as características dos pellets que são colocados no mercado.

Para efeitos de cálculo a mesma indica o valor da capacidade calorífica dos *pellets*, neste caso deverá ser superior a 4.6 kWh/kg e uma densidade superior a 600 kg/m³. É possível através destes dados fazer a comparação com as caldeiras a gás propano existentes.

Consumo médio de Gás Propano: 3546.7 kg/ano – 44440 kWh/ano.

Custo/kg (€) (Com correção face ao aumento esperado): 1.43€

Custo Anual de Gás Propano: 5 076,34 €

Tabela 25 – Valores de *pellets*

Pellets	
Quantidade (kg)	9661
Quantidade (m ³)	16,1
Preço kg	0,1
Preço	966,08 €

44440 kWh propano equivalem a 9661 kg de *pellets*.

Custo Anual de *pellets*: 966.08 €

Poupança anual: 4110.26€

Valor do Investimento		6 000,00 €
Valor das Receitas		4 110,26 €

Payback (anos)

1,5

1 Ano e 6 meses

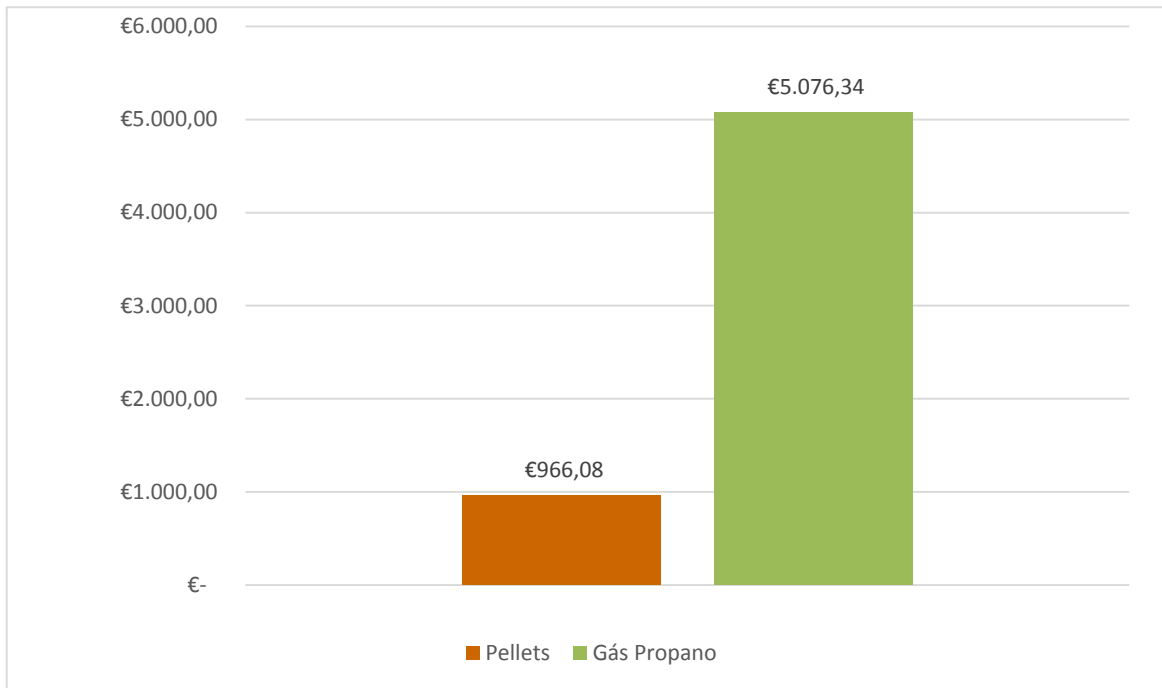


Figura 37 – Gráfico comparação de custos anuais

Pelos valores aqui apresentados a caldeira a *pellets* tem uma vantagem económica e ambiental superior ao gás natural e propano, atualmente usado.

Em relação ao gás Propano a poupança auferida é de **4110,26€ anuais**, e em relação ao **gás Natural de 1815,58 €**. A somar a esta clara vantagem económica está a vantagem ambiental, do *pellet*, com já mencionado é um combustível de carbono neutro.

A única desvantagem do *pellet* é o seu armazenamento. Com um consumo anual de cerca de 10 t a escola necessitaria de um espaço para armazenar os *pellets* e contactar fornecedores para o fornecimento do mesmo seja ininterrupto e de boa qualidade.

Os *pellets* necessitam de um espaço fresco e seco para sua armazenagem. (Deutscher Energieholz- und Pellet-Verband e.V. (DEPV) , 2014) A sala técnica existente no pavilhão gimnodesportivo não oferece estas condições, nem seria desejável ter esta quantidade de combustível junto de fontes de calor. Pelo que se torna necessário arranjar um espaço dentro do gimnodesportivo, ou então fora das instalações deste para que seja possível armazenar uma quantidade mínima de *pellets* que possa atingir o equilíbrio entre a capacidade de armazenamento e o desconto por compra em quantidade de *pellets*, assim como o consumo mensal do mesmo, que será de 805 kg mensais em média.

Pode ainda ser criado um silo subterrâneo o que facilitaria as operações de enchimento do mesmo através de um meio de transporte terrestre.

2.6.3 Coletores Solares Térmicos

Uma das possibilidades para geração de águas quentes passa pelo aproveitamento da energia solar, limpa e gratuita, através de coletores solares térmicos.

Estes aproveitam a energia térmica do Sol durante o dia e acumulam-na num depósito de inercia para que possa ser usado quando houver cargas no sistema.

Existem vários tipos de coletores solares:

- Coletores Solares Planos
- Concentradores Parabólicos (CPC)
- Tubos de Vácuo

Estes, por ordem crescente de grandeza, possuem maior rendimento e conseguem temperaturas de água quente superiores para acumulação.

Neste projeto apenas faz sentido testar o primeiro, tendo em conta que as necessidades de água quente são para uso humano com temperaturas no intervalo de 35 °C a 45 °C de uso final, e acumulação a 60 °C.

A temperatura de acumulação de 60 °C deriva de dois pressupostos, um por razões médicas, a bactéria da *Legionella pneumophila* sucumbe rapidamente a esta temperatura (Instituto Português da Qualidade, 2014) e outro por razões técnicas, quanto maior a temperatura de um fluido, maior energia interna térmica este possui.

A fração solar é quantidade de energia, em percentagem, que um sistema de aquecimento de águas pode receber dos coletores solares. Sistemas bem dimensionados devem ter uma percentagem média de fração solar entre 50 a 80%. (Laboratório Nacional de Energia e Geologia, 2014) Estes valores permitem o maior aproveitamento nos meses de inverno (altura em que o duração dos dias é menor, assim como a água de consumo possui uma temperatura mais baixa) e evitam o desperdício nos meses de verão.

O facto da escola nos meses de verão não possuir alunos faz com que não existam cargas em Julho e Agosto, meses em que a fração solar mensal é máxima.

Este perfil atípico no consumo é relevante para o dimensionamento que será mostrado de seguida.

Na figura seguinte é possível verificar em condições médias, a quantidade de energia solar disponível.



Figura 38 – Irradiação Solar Horizontal sob céu limpo – Vila Nova de Gaia

Para efeitos de cálculo e dimensionamento foi primeiro usado o depósito de 500l que se encontra no local.

O perfil de consumos usado baseia-se nas poupanças alcançadas pelos redutores de caudal, estima-se um consumo diário de 3800 l de água quente. (ver anexo J)

Para a primeira simulação no software Solterm, além do perfil de consumo acima mencionado, usa-se o depósito de acumulação de 500 l presente no local (embora o mesmo não possua a dupla serpentina necessária para a ligação aos coletores solares, calcula meramente académico).

Desempenho do sistema térmico (projecto não arquivado)

	Rad.Horiz. kWh/m²	Rad.Inclin. kWh/m²	Desperdiçado kWh	Fornecido kWh	Carga kWh	Apoio kWh
Janeiro	52	85	8,	1195	4104	2909
Fevereiro	69	102	23,	1481	3437	1956
Março	105	128	117,	1495	3589	2094
Abril	144	156	231,	2016	3529	1513
Maio	173	169	329,	2162	3839	1677
Junho	185	172	393,	2021	3136	1115
Julho	205	195	1050,	0	0	0
Agosto	184	193	1246,	0	0	0
Setembro	129	151	258,	1979	3116	1138
Outubro	95	133	128,	2059	3819	1760
Novembro	62	100	49,	1262	3576	2314
Dezembro	49	84	5,	1207	3665	2457
Anual	1452	1668	3836,	16878	35810	18933

Fracção solar: 47,1%
Produtividade: 368 kWh/[m² colector]

Figura 39 – Simulação para depósito de acumulação de 500l

O software calcula para este caso, e após otimização da orientação a Sul (azimute de 36°) dos painéis, sendo necessária 43,93m² de área de captação, correspondente a 23 módulos.

Verifica-se que existe uma grande quantidade de energia desperdiçada, nomeadamente 3836 kWh, atingindo nos meses de Julho e Agosto, os meses do perfil de consumo onde não existem cargas, o maior desperdício.

A juntar-se a isto corre-se o risco de danos dos painéis e todo o sistema de água quente através de uma explosão.

O contínuo aquecimento da água quente, sem uso, leva a que se atinjam temperaturas muito elevadas, superiores a 100 °C onde começa a existir formação de vapor, vapor esse que possui um volume 1600 vezes superior ao da água líquida. Os sistemas de segurança, como válvulas de pressão e vasos de dilatação podem sucumbir com o contínuo uso acima das especificações para eles designadas.

Poder-se-iam tapar os coletores nos meses em que não existe consumo, no entanto, mesmo com o sombreamento existe radiação que penetra no coletor, pelo que o mesmo continuaria a fornecer energia ao sistema,

Em resumo, esta situação não é de todo aconselhável, além disso verifica-se uma baixa fração solar apenas 47,1%, o que não está dentro dos valores em que o projeto se torna rentável a nível técnico, pelo que não será feita a análise económica.

Na segunda simulação, pedir-se-á ao software que faça a otimização tendo em conta a redução do desperdício, mantendo a área coletora, alterando o tamanho do depósito.

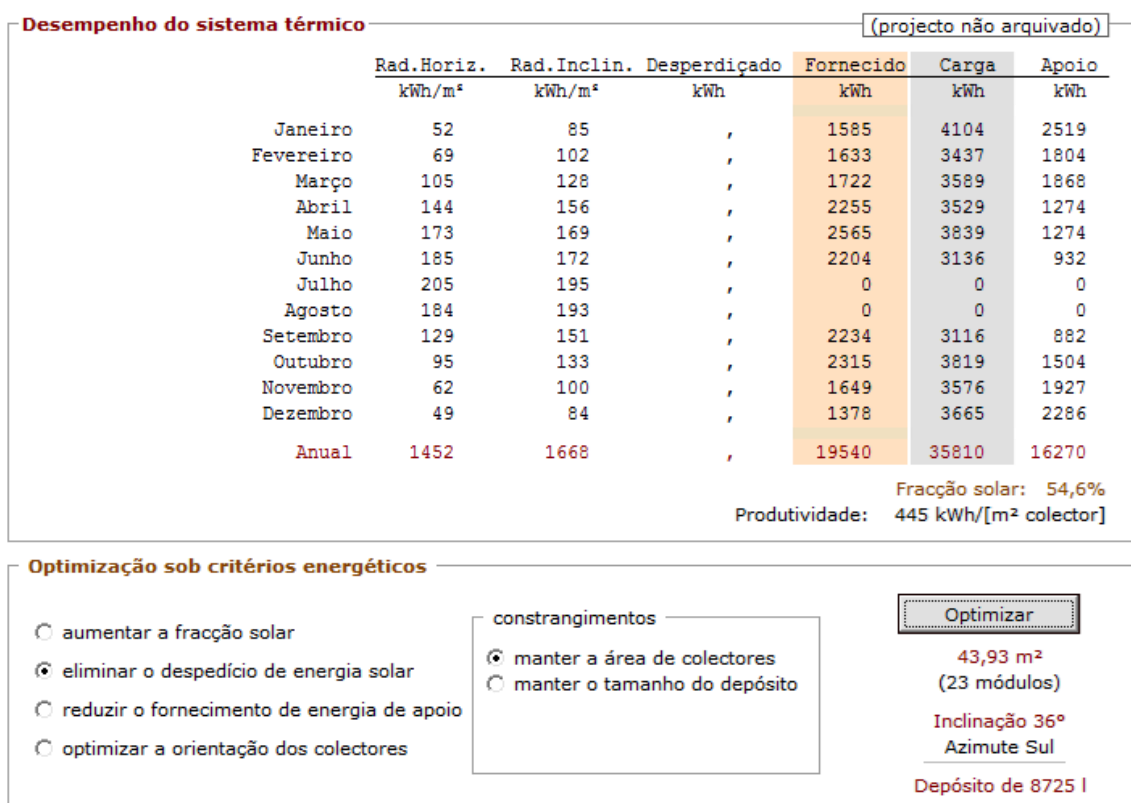


Figura 40 – Simulação “eliminar o desperdício de energia solar”

Verificou-se que para eliminar o desperdício resultante dos meses de Julho e Agosto o software calculou que seria necessário um depósito de acumulação de **8725 l**. No entanto, mesmo assim, a fração solar continua a ser baixa apenas **54,6%**.

Passe-se à análise económica.

<p>Dados técnico-económicos</p> <p>Área do painel 43,9 m²</p> <hr/> <p>Preço do sistema solar: 32572 €</p> <p>Componente fixa <input type="text" value="15000"/> €</p> <p>Componente variável <input type="text" value="400"/> €/m²</p> <hr/> <p>Incentivos: 0 €</p> <p>Componente fixa <input type="text" value="0"/> €</p> <p>Componente variável <input type="text" value="0"/> €/m²</p> <hr/> <p>Vida útil do sistema solar 20 anos</p> <p>Manutenção anual 1.0% do custo do sistema</p> <p>Renovação de componentes 5.0% do custo do sistema</p> <p>Valor residual 5.0% do custo do sistema</p> <hr/> <p>Preço do Propano substituído <input type="text" value="1,43"/> €/kg (0,144 €/kWh)</p>	<p>Analisar interesse...</p> <p><input checked="" type="radio"/> ...versus uma aplicação financeira segura alternativa <input type="radio"/> ...de contrair um empréstimo bancário</p> <hr/> <p>Cenário financeiro sobre 20 anos</p> <p>Inflação: 2.5 % ao ano Deriva do preço da energia substituída: 2.0 % acima da inflação</p> <p>Rendimento de aplicação segura alternativa: 4,5% ao ano</p> <hr/> <p>Análise do investimento em termos financeiros</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Sistema solar</th> <th>Aplicação alternativa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Investimento inicial: -32572 €</td> <td>Capital: -32572 €</td> </tr> <tr> <td>Valor residual: 2669 €</td> <td>Restituição: 32572 €</td> </tr> <tr> <td>Custos energéticos evitados: 88143 €</td> <td>Rendimentos: 45982 €</td> </tr> <tr> <td>Reinvestimentos: 36127 €</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Manutenção: -8528 €</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Reparações: -2137 €</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Saldo final: 83702 €</td> <td>Saldo final: 78554 €</td> </tr> <tr> <td>Recuperação do capital em 16 anos</td> <td></td> </tr> <tr> <td>VAL: 18509 €</td> <td>VAL: 15367 €</td> </tr> <tr> <td>Rentabilidade: 4,7 % ao ano</td> <td>Rentabilidade: 4,5% ao ano</td> </tr> </tbody> </table> <hr/> <p>Avaliação: Investimento em energia solar compensador nestas condições e atractivo (melhor que aplicação alternativa)</p> <p style="text-align: right;"><input type="button" value="Optimização"/></p>	Sistema solar	Aplicação alternativa	Investimento inicial: -32572 €	Capital: -32572 €	Valor residual: 2669 €	Restituição: 32572 €	Custos energéticos evitados: 88143 €	Rendimentos: 45982 €	Reinvestimentos: 36127 €		Manutenção: -8528 €		Reparações: -2137 €		Saldo final: 83702 €	Saldo final: 78554 €	Recuperação do capital em 16 anos		VAL: 18509 €	VAL: 15367 €	Rentabilidade: 4,7 % ao ano	Rentabilidade: 4,5% ao ano
Sistema solar	Aplicação alternativa																						
Investimento inicial: -32572 €	Capital: -32572 €																						
Valor residual: 2669 €	Restituição: 32572 €																						
Custos energéticos evitados: 88143 €	Rendimentos: 45982 €																						
Reinvestimentos: 36127 €																							
Manutenção: -8528 €																							
Reparações: -2137 €																							
Saldo final: 83702 €	Saldo final: 78554 €																						
Recuperação do capital em 16 anos																							
VAL: 18509 €	VAL: 15367 €																						
Rentabilidade: 4,7 % ao ano	Rentabilidade: 4,5% ao ano																						

Figura 41 – Análise económica de coletores solares

É possível verificar que a recuperação de capital apenas aconteceria ao fim de 16 anos, isto deve-se ao elevado investimento inicial, sendo que a componente mais cara, ficaria a cargo dos dois depósitos de acumulação de 4000 l cada, o que só este componente perfaz a soma de 20000€.

Em conjunto com a fração solar baixa, o elevado tempo de retorno, o elevado custo inicial, e os problemas inerentes aos meses de verão, não se recomenda a instalação deste sistema, principalmente quando analisando soluções alternativas estas apresentam melhores números e vantagens.

2.7 Alterações propostas na água

Como é possível verificar na secção respeitante aos consumos de água e respetivos caudais para poupança existe um enorme potencial para se reduzir os consumos da mesma, sendo que a localização onde se dará a maior redução será nos chuveiros do pavilhão gimnodesportivo.

De acordo com o esperado existem vários tipos de torneira pelos diversos pontos da escola, fruto de renovações por avaria, ou por outros motivos.

Algumas torneiras permitem a colocação direta no arejador, de um com redução de caudal; outras implicarão a substituição da torneira, por uma que já possua inclusive redução de caudal. Os **4 l/min** apontados são uma relação de conforto/economia para a lavagem de mãos e/ou rosto.



Figura 42 – Torneira com possibilidade de arejador / Torneira sem capacidade de arejador

Para o caso específico da cozinha, foi escolhido um caudal de **9 l/min**. Nesta secção é necessário haver uma lavagem de pratos e outras valências, pelo que para não atrasar esta operação e não dificultar as funções dos funcionários se chegou a este caudal de compromisso.

O caso dos chuveiros é o ponto de maior enfoque nesta operação de redução de caudais. Como já chamado à atenção na secção dos [Caudais das Torneiras](#) mediu-se um caudal maioritário de 16 l/min com as soluções atuais. Para além disso, as torneiras existentes, além de serem do tipo rotativo, pela idade e pelo uso **apresentam fugas significativas** mesmo quando fechadas na totalidade, o que leva aos responsáveis a terem de fechar o passador geral que abastece os chuveiros ao fim de cada sessão. Entre este tempo, existem perdas, tanto pelo facto de nem todos os alunos fecharem corretamente as torneiras ou pela deficiência técnica, a falta de vedação, apontada.



Figura 43 – Chuveiros – Torneiras

Deste modo torna-se imperativo que além da redução de caudal, haja um controlo das fugas e do tempo o qual a água pode circular para o banho dos utilizadores.

O caudal será então reduzido para **6 l/min** e serão instaladas torneiras de pressão que após o toque inicial mantêm o fluxo por **3 min**. Deste modo está assegurado o conforto do banho aliado à poupança necessária, e são eliminadas as fugas por falta de vedação das torneiras.

2.7.1 Torneira Termostática

De modo a que os utilizadores possam ter uma temperatura de água constante para o seu conforto e maior quantidade de água quente disponível deverá ser substituída a torneira termostática.

A priori desta substituição, pela recolha de informação feita, os utilizadores queixavam-se que num primeiro momento a água saíria demasiado quente, logo havia um desperdício direto da mesma, reduzindo ainda mais a janela de utilização confortável. Após este período os utilizadores queixavam-se que a quantidade de água morna disponível eram muito pouca e que passado pouco tempo a água saía fria.

Ao colocar a nova torneira, reduzir-se-á o desperdício e aumentar-se-á o conforto e uso dos banhos.



Figura 45 – Torneira Termostática Nova



Figura 44 – Antiga Torneira Termostática

Para salvaguarda tanto da torneira termostática, como das torneiras de pressão que ficaram a jusante da mesma, é também recomendada a instalação de um filtro de impurezas na entrada de água do gimnodesportivo, que permitirá minimizar os problemas (formação de incrustações na canalização e chuveiros) que advém de areias e outros detritos presentes na água.

2.7.2 Poupanças de água com redução de caudais.

De seguida apresentam-se as estimativas de poupança com a introdução das medidas descritas no ponto anterior.

Tabela 26 – Poupança nas torneiras do edifício principal

Quantidade	Poup. Diária	Poup. Mensal
Litros	259	5694
m ³	0,2588333	5,7

Tabela 27 – Poupança nas toneiras da cozinha

Litros	360,0	7920,0
m ³	0,36	7,92

Tabela 28 – Poupança nas torneiras do pavilhão desportivo

Litros	220,0	4840,0
m ³	0,22	4,84

Tabela 29 – Poupança nos chuveiros do pavilhão desportivo

Quantidade	Poupança banho	Poupança dia	Poupança mensal
Litros	900,0	5400	9900
m ³	0,9	5,4	99

Somando todas as parcelas de todos os locais da escola chegamos a uma **poupança de 111.76 m³ mensais**, o que ao preço que a escola paga o m³ (3,57€, incluindo o preço da água, taxas de saneamento e resíduos) resulta numa poupança de **398.98 € mensais, 4787,80 € anuais**.

O custo de instalação dos diversos sistemas acima mencionados terá um custo de **1480,00€ (+ IVA 1820,40€)**.

Valor do Investimento		1 480,00 €
Valor das Receitas		4 787,80 €

Payback (meses)	0,3
4 Meses	

Como é possível avaliar, o período de payback é extremamente curto, pelo que este se torna um investimento prioritário.

2.8 Alterações de índole não energética

2.8.1 Pavilhão Gimnodesportivo

2.8.1.1 Placas Transparentes

No pavilhão gimnodesportivo, serão substituídas as placas transparentes, pois as que lá se encontram, devido aos ultravioletas, amareleceram e não permitem a passagem de luz natural. Apenas uma, devido a quebra, já foi substituída e nota-se na figura abaixo a maior quantidade de luz natural que entra pela mesma.

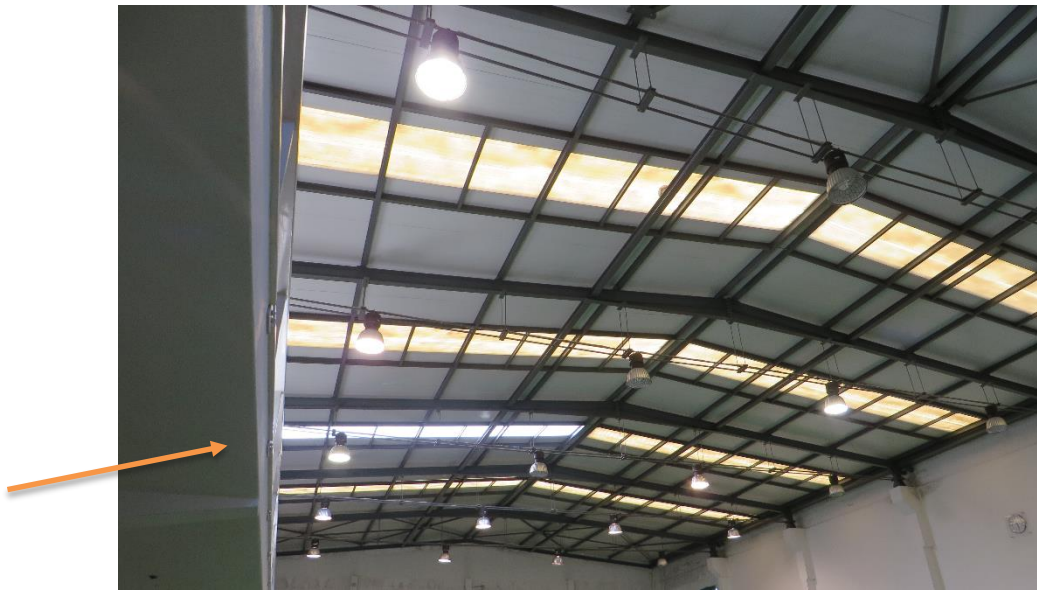


Figura 46 – Placas de iluminação natural

Serão também removidas as cortinas e plásticos coloridos das janelas laterais e colocado filme opaco que permitirá a difusão da luz solar, sem encandeamento para os alunos e docentes do espaço.

O Gimnodesportivo tem um horário de funcionamento das 8:30 às 17:10, com esta intervenção será possível reduzir ao mínimo o uso de luz artificial enquanto houver luz solar suficiente, que, pelo período descrito, tanto no período de inverno como verão coincide com a altura em que o sol está acima do horizonte.

Deste modo em vez de se tornar os equipamentos mais eficientes, reduz-se o uso de energia pelo seu não uso.

O custo desta intervenção (placas e trabalhos de construção civil) será de **724,35 € (+ IVA 890,95€)**

2.8.2 Edifício Principal

2.8.2.1 Dispositivos de oclusão noturna

As salas de aula e laboratórios do edifício principal estão todas equipadas com dispositivos de oclusão noturna.

No entanto por observação comportamental, aquando das visitas efetuadas, os mesmos encontravam-se ativos em plena luz do dia, o que obrigava a ter a iluminação das salas de aula ligada.

A luz natural, tal como no caso acima descrito, do pavilhão gimnodesportivo suprime todas as necessidades de iluminação, tendo em conta que os envidraçados abrangem todo o perímetro de pelo menos uma parede das salas de aulas e outros espaços.

Passará pela passagem de informação aos docentes, pessoal não docente e alunos a consciencialização deste mesmo facto, para que as poupanças alcançadas ao nível de iluminação consigam transformar esta escola num exemplo a seguir.

2.9 OpenEnergyMonitor

Conforme apresentando previamente, o *OpenEnergyMonitor* é um analisador em tempo real dos vários consumos que permite a visualização, armazenamento e tratamento de dados com criação de histórico.

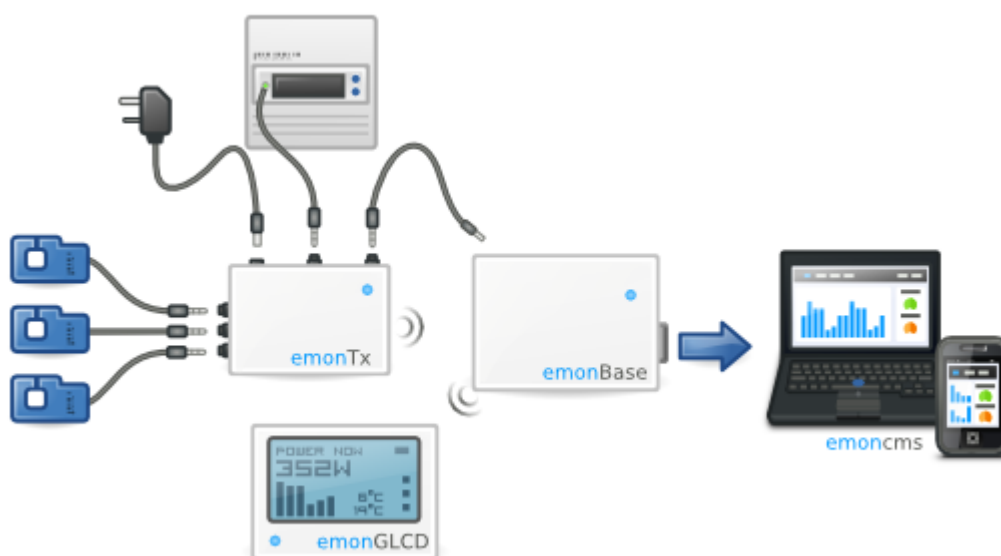


Figura 47 – OpenEnergyMonitor – Sistema de Hardware e Software

2.9.1 Eletricidade

No caso da medição do consumo de eletricidade, esta será feita da seguinte forma.

Serão colocadas três pinças (a alimentação da escola é feita em trifásico), logo a seguir ao interruptor de corte geral.



Figura 48 – Pinças amperimétricas e interface de ligação

Desta forma será medido o consumo total da escola, no entanto como desvantagem não será possível distinguir os tipos de consumo (iluminação, aquecimento, equipamentos)

Cada uma das pinças pode medir até 23 kW, havendo uma na interface, que não será utilizada que pode medir até 4,5 kW. (openenergymonitor, 2014)

Além da energia ativa é possível medir o fator de potência, frequência e verificar a direção do fluxo de energia (em caso de geração através de painéis solares ou energia eólica) (OpenEnergyMonitor, 2014)

A interface de ligação, cujo interior podemos ver na figura a seguir trata de recolher os dados e envia-los, através de uma rede sem fios, para o computador para que os mesmos possam ser tratados.

A alimentação da interface pode ser diretamente da rede, e/ou com *backup* através de 3 pilhas AA recarregáveis.



Figura 49 – Interior da interface de ligação

O computador responsável pelo tratamento e análise dos dados será uma versão do Raspberry Pi.



Figura 50 – *Raspberry Pi*

O Raspberry Pi a correr uma versão do *emoncms server*, permite processar e analisar os dados recolhidos pelos sensores. Além disso permite em tempo real aceder a esta informação a partir de uma ligação à internet, e até pela *app* disponível para Android. (Open Energy Monitor, 2014).



Figura 51 – Visualização de dados em tempo real em diferentes plataformas.

O custo deste sistema completo (interface de ligação, pinças amperimétricas e *Raspberry Pi*) é de 182,70€.

2.10 Resumo dos investimentos e potencial de poupança

Nesta secção será feito um resumo do investimentos sugeridos e qual o seu potencial de poupança.

2.10.1 Água

Na água serão feitos os seguintes investimentos:

- Colocação de redutores de caudal nas torneiras adaptáveis (4 e 9 l/min);
- Colocação de novas torneiras em locais não adaptáveis;
- Instalação de fluxómetros, para controlo do tempo de banho e novos chuveiros para redução do caudal (6l/min).
- Instalação de uma nova torneira termostática para otimização da temperatura de banho.
- Isolamento dos tubos de água quente, na área técnica.
- Instalação de filtro para proteção.

Investimento: 1480,00 €

Poupanças anuais estimadas: 4787,80 €

2.10.2 Energia Térmica

Na energia térmica foi proposto a seguinte medida:

- Instalação de uma caldeira a *pellets* para aquecimento de águas do pavilhão gimnodesportivo.

Investimento: 6000 €

Poupanças anuais estimadas: 4110,26 €

2.10.3 Eletricidade

Na eletricidade foram propostas as seguintes alterações:

- Substituição das lâmpadas T8 de 58W com balastros ferromagnéticos por lâmpadas LED T8 de 22W, nas salas de aula, corredores de circulação e pavilhão gimnodesportivo;
- Substituição de lâmpadas de vapor de mercúrio 400W e 80W por LED equivalente.

Investimento: 10 742,40 € + 5 163,90 € + 1 203,60 € respetivamente.

Poupanças anuais estimadas: 9 631,16 € + 874,57 € + 100,53 € respetivamente.

2.10.4 Alterações de índole não energética

Para esta vertente será feito o seguinte investimento:

- Substituição das placas transparentes do gimnodesportivo para maximização da utilização da luz natural.

Investimento: 724,35 €

Poupanças anuais estimadas: Não se aplica, a redução dar-se-á na poupança de energia elétrica.

2.10.5 Sistema de monitorização

Para este efeito foi sugerido o seguinte sistema de controlo:

- OpenEnergyMonitor, pinças amperimétricas para controlo da energia elétrica.

Investimento: 182,70 €

3. Conclusões

O objetivo principal desta tese é mostrar o potencial de poupança energética e monetária numa escola portuguesa.

Foram avaliados dois vetores energéticos, a eletricidade e gás, assim como a água.

No que toca à energia elétrica, no caso estudado, a maior fatia do consumo deveu-se à iluminação, pois a escola não possui recursos de AVAC.

Deste modo a intervenção principal recaiu na mudança do tipo de iluminação arcaica, por um tipo moderno, a última tecnologia disponível. Nem sempre existe a compensação quando se adotam as tecnologias mais recentes, no entanto tendo em conta as opções, utilização de lâmpadas T5 com balastro eletrónicos, a mudança para LED foi a escolha acertada tendo em conta que a substituição das lâmpadas T8 existente é direta, não havendo lugar a mudanças de armaduras, novas colocações e ainda aquisição de lâmpadas, como seria o caso das lâmpadas T5.

Esta redução no consumo diminui também a carga térmica provocada pela iluminação.

Noutros pontos foi também usada a tecnologia LED para substituir as lâmpadas de vapor de mercúrio. Embora a tecnologia destas última já permita níveis de eficiência elevados, a tecnologia LED eleva-a a outro nível permitindo a poupança máxima.

Procurou-se também diminuir a quantidade de energia usada aproveitando ao máximo a luz natural providenciada pelo Sol durante o dia. Desta forma a intervenção no pavilhão gimnodesportivo pautada pela substituição das placas do teto do mesmo, por umas mais transparentes, leva a que além de uma melhor qualidade de iluminação, seja também poupada energia elétrica que, de outro modo, teria de ser usada para a iluminar convenientemente o espaço. Nas janelas laterais foram também removidos plásticos opacos e substituídos por transparentes para que a iluminação natural possa ingressar no espaço.

A intervenção nas salas de aula do edifício principal passará, a este nível, pelo condicionamento do comportamento dos mais diversos utilizadores das salas de aula para que usem os dispositivos de oclusão noturna da melhor forma. Foi para isso criado um cartaz de alerta e informação que vai ao encontro dessa premissa.

No que toca à componente térmica é de lembrar que o gás nesta escola serve tanto para a confeção de alimentos na cozinha como para os banhos no pavilhão desportivo (parte responsável pelos maiores consumos).

A escola possui a rede de gás natural na sua rua, situação que acontece em outras em todo o país, no entanto os seus responsáveis não tinham conhecimento desta situação nem das poupanças que a mesma alteração poderia alcançar. Embora a concessionária seja a mesma, o facto de fornecer ambos os tipos de gás, embora o propano possua maior preço, leva a que estas sugestões não partam da concessionária.

Mesmo nos cálculos fornecidos pelos responsáveis da concessionária os mesmos apresentavam erros, tanto ao nível dos fatores de conversão, como consumos, levando a que a preferência continuasse no gás propano. Ao serem efetuado os cálculos corretos verificou-se que a opção de gás natural acarreta uma redução de custos de 50%.

Foi testada a incorporação da componente solar para o aquecimento da água, no entanto tendo em conta a limitação dos meses de verão (Julho e Agosto) em que não existe carga no sistema, meses em que a fração solar é máxima, daí surgirão problemas de sobreaquecimento da água acumulada. Para além disso, a análise económica também não é favorável, levando a que sejam necessários 16 anos para o retorno do investimento inicial. Tendo em conta que a duração média dos painéis é de 20 anos, apenas existiriam 4 anos para que o sistema pudesse começar a ser lucrativo.

A melhor solução encontrada para o aquecimento das águas quentes sanitárias recaiu sobre a caldeira a *pellets*. Esta possui a vantagem económica e ambiental.

No primeiro ponto esta será capaz de reduzir a fatura respeitante ao aquecimento de águas para banhos em cerca de 1/5. No que diz respeito à componente ambiental, estamos a falar de um combustível de carbono neutro, ou seja, o CO₂ que foi capturado aquando do crescimento das árvores, será libertado aquando da sua queima na caldeira, fechando o ciclo.

A única desvantagem dos *pellets* é a sua necessidade de armazenamento em ambiente controlado para que os mesmos mantenham as suas características intactas, nomeadamente o nível de humidade e não prediquem a sua queima. Além disso é necessário um espaço físico de volume considerável para que possa ser mantido uma quantidade suficiente que suprima as necessidades de aquecimento da escola.

No que diz respeito à água, a mesma era outra parte onerosa da fatura que esta escola pagava todos os meses à concessionária.

Aqui a necessidade de redução diz respeito inteiramente à escola. Mudanças de comportamentos por parte de todo o pessoal escolar e condicionamentos ao consumo, através dos redutores de caudais instalados e torneiras de pressão que limitarão o tempo do qual as torneiras podem estar abertas.

A maior redução dá-se neste caso nos chuveiros da escola.

Existiam caudais de 16 l/min em cada ponto de água de chuveiro, o que além de ser um enorme desperdício de água, sem vantagem adicional para os utilizadores, fazia com que água quente, aquecida através de gás, fosse gasta de modo superlativo. Naturalmente a redução do consumo de água para banhos fará com que exista redução nas necessidades energéticas para aquecer essa mesma água, pelo que a poupança adotando a caldeira de *pellets* será ainda maior do que o previsto.

Em trabalhos futuros, como sugestão, deve ser avaliado o impacto dos equipamentos informáticos que existem na escola e qual o seu impacto para uma possível melhoria da eficiência a este nível, e também numa melhoria da produtividade.

Deve ainda ser avaliada a criação de um sistema centralizado de AVAC, pois a escola neste momento não possui qualquer sistema de tratamento e condicionamento de ar, o que afeta a qualidade de ar interior e conforto dos seus ocupantes.

4. Referências

- Gas Natural Fenosa, 2014. *Gas Natural Fenosa*. [Online] Available at: <http://www.gasnaturalfenosa.pt/pt/grandes+clientes/produtos/1297103951867/gas+natural.html> [Acedido em 2014].
- Adene, 2014. *Programa de Eficiência Energética na Administração Pública*. [Online] Available at: http://ecoap.adene.pt/pt_PT [Acedido em 2014].
- Atmos, 2014. *Pellet Boilers*. [Online] Available at: <http://www.atmos.cz/english/kotle-004>
- Carbon Trust, 2014. *Lessons learned from using biomass heating in low carbon buildings*. [Online] Available at: <http://www.carbontrust.com/media/81385/ctg061-taking-the-heat-biomass-heating-low-carbon-buildings.pdf>
- Comissão Europeia, 2012. *Comissão Europeia*. [Online] Available at: http://ec.europa.eu/clima/policies/package/index_en.htm [Acedido em 2014].
- Deutscher Energieholz- und Pellet-Verband e.V. (DEPV) , 2014. *Recommendations for storage of wood pellets*. [Online] Available at: http://www.depv.de/uploads/media/WoodPellets_storage_120322.pdf
- DGEG, 2012. *DGEG*. [Online] Available at: <http://www.dgeg.pt/> [Acedido em 2014].
- edisontechcenter, 2010. *edisontechcenter*. [Online] Available at: <http://www.edisontechcenter.org/incandescent.html> [Accessed 2014].
- edisontechcenter, 2010. *edisontechcenter*. [Online] Available at: <http://www.edisontechcenter.org/Fluorescent.html> [Acedido em 2014].
- edpgasdistribuicao, 2014. [Online] Available at: <http://www.edpgasdistribuicao.pt/index.php?id=484> [Acedido em 2014].
- Energy Star, 2014. *Compact Fluorescent Light Bulbs (CFLs) and Mercury*. [Online] Available at: http://www.energystar.gov/index.cfm?c=cfls.pr_cfls_mercury [Accessed 2014].
- European Commission, 2012. *European Commission*. [Online] Available at: http://ec.europa.eu/energy/lumen/editorial/index_en.htm [Acedido em 2014].
- European Commission, 2014. *Roadmap for moving to a low-carbon economy in 2050*. [Online] Available at: http://ec.europa.eu/clima/policies/roadmap/index_en.htm [Acedido em 2014].
- GESEIPRIME LDA, 2014. *Projeto Piloto Soluções Luminotécnicas*, s.l.: s.n.

Instituto Português da Qualidade, 2014. *Prevenção e Controlo de Legionella nos Sistemas de Água*. [Online]
 Available at: <http://www.ipq.pt/backFiles/PrevencaoControloLegionella.pdf>

Laboratório Nacional de Energia e Geologia, 2014. *SolTerm - Análise de desempenho de sistemas solares*. [Online]
 Available at: <http://www.lneg.pt/iedt/projectos/370/paginas/35>

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CIÊNCIA, 2012. *Diário Republica Electrónico*. [Online]
 Available at: <http://dre.pt/pdf2sdip/2012/04/073000002/0000400009.pdf>
 [Acedido em 2014].

Open Energy Monitor, 2014. *How to build an Energy Monitoring Android App*. [Online]
 Available at: <http://openenergymonitor.org/emon/node/5250>

OpenEnergyMonitor, 2014. *AC voltage sensor*. [Online]
 Available at: <http://shop.openenergymonitor.com/ac-ac-power-supply-adapter-ac-voltage-sensor-euro-plug/>

openenergymonitor, 2014. *openenergymonitor*. [Online]
 Available at: <http://shop.openenergymonitor.com/100a-max-clip-on-current-sensor-ct/>
 [Acedido em 2014].

OpenEnergyMonitor, 2014. *OpenEnergyMonitor*. [Online]
 Available at: <http://openenergymonitor.org/emon/>
 [Acedido em 2014].

Ordem dos Engenheiros, 2014. *Constituição do Conselho Europeu de Associações de Fabricantes de Pellets*. [Online]
 Available at: <http://www.ordemengenheiros.pt/pt/a-ordem/colegios-e-especialidades/mecanica/>
 [Acedido em 2014].

Osram, 2014. *Light can be white*. [Online]
 Available at: <http://www.osram.com/media/resource/hires/333565/light-can-be-white-en.pdf>

Parque-Escolar, 2014. [Online]
 Available at: <http://www.parque-escolar.pt/pt/escolas/escolas.aspx>
 [Acedido em 2014].

raspberrypi, 2014. [Online]
 Available at: <http://www.raspberrypi.org/>
 [Acedido em 2014].

REN, G. P. d., 2014. *Gas Properties da REN Gasodutos*. [Online]
 Available at: <http://www.edpgasdistribuicao.pt/index.php?id=484>
 [Acedido em 2014].

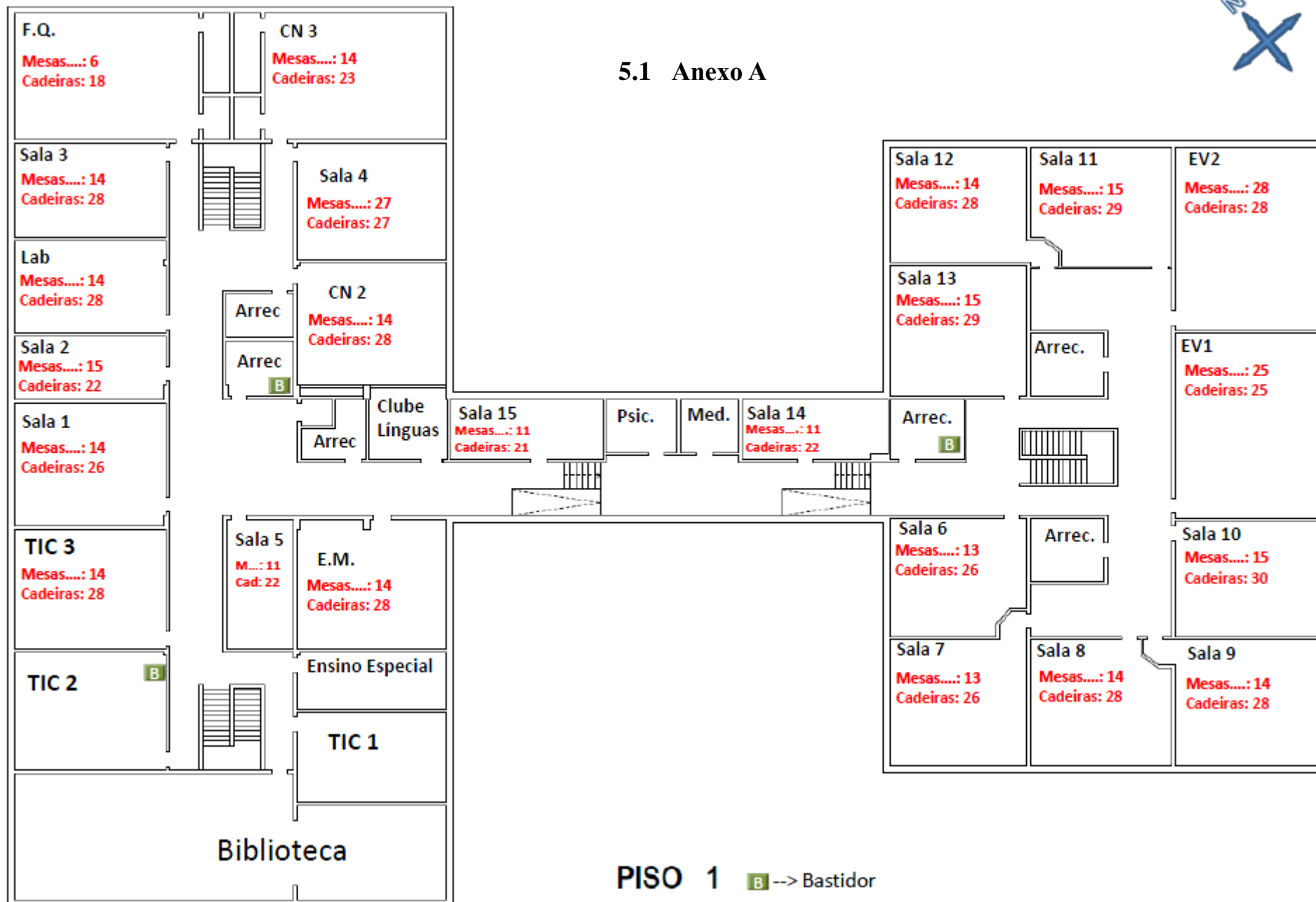
United States Environmental Protection Agency, 2014. *What to Do if a Compact Fluorescent Light (CFL) Bulb or Fluorescent Tube Light Bulb Breaks*. [Online]
 Available at: <http://www2.epa.gov/cfl/what-do-if-compact-fluorescent-light-cfl-bulb-or-fluorescent-tube-light-bulb-breaks-your-home>
 [Accessed 2014].

5. Anexos

- Plantas da Escola – A e A’;
- Composição Gás Propano - B;
- Composição Gás Natural - C;
- Diagrama de consumos por tipo de tarifa – D, E;
- Potência contratada e ponta - F
- Especificações Técnicas Caldeira Pellets Atmos D50P - G
- Imagens Caldeira Pellets Atmos D50P - H
- Cartaz informativo para a escola - I
- Perfil de consumo AQS - J

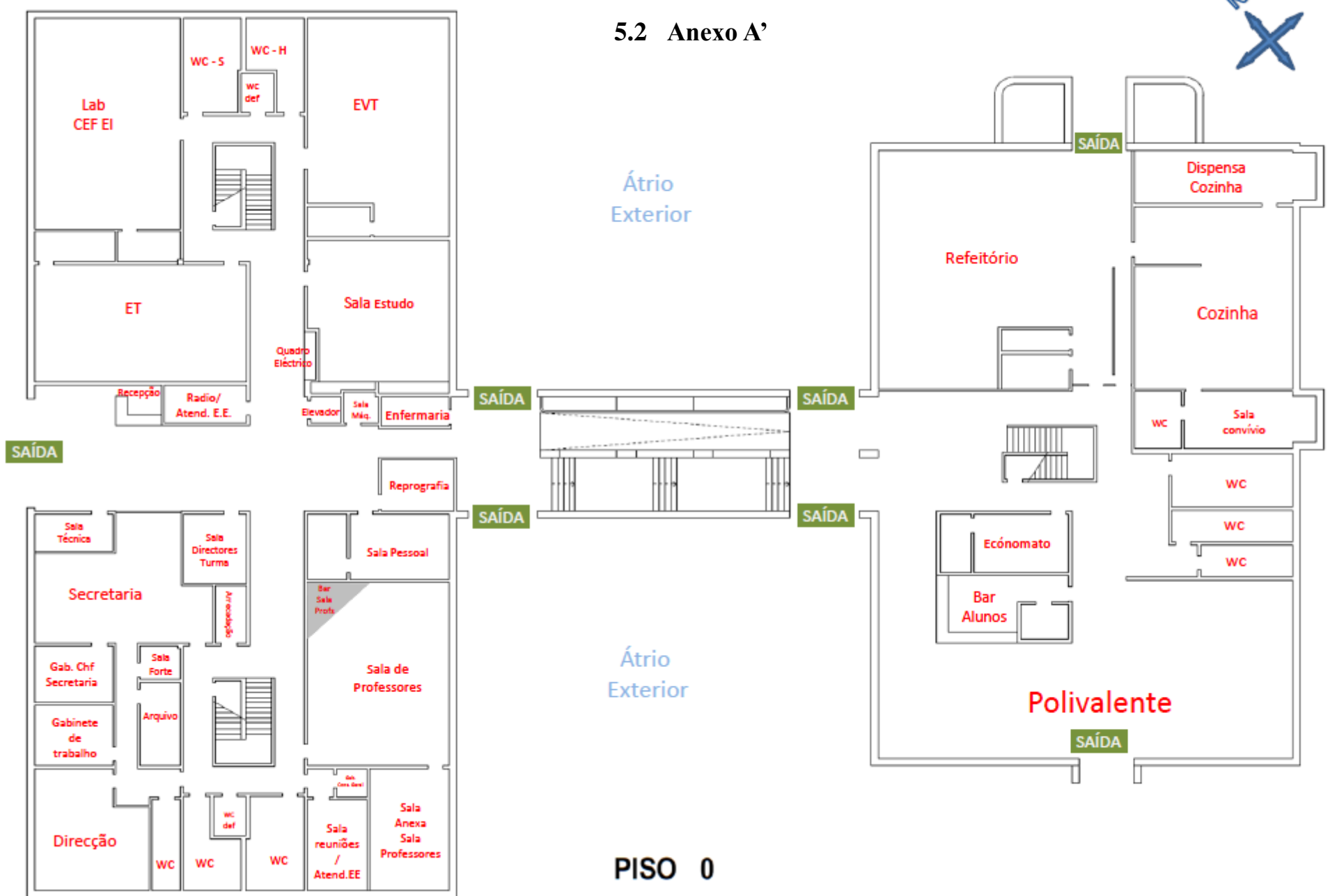


5.1 Anexo A





5.2 Anexo A'



PISO 0

5.3 Anexo B

O gás propano é um subproduto da destilação do crude, assim como o butano e outros gases liquefeitos. Por haver esta necessidade de transformação do produto, que tem origem no petróleo, leva a que o mesmo esteja sujeito a fortes variações de preço.

O gás propano tem as seguintes características médias (edpgasdistribuicao, 2014):

Poder calorífico Inferior:

- 22.254 kcal/m³ (n)
- 11.072 kcal/kg

Massa volúmica:

- 2,01 kg/ m³ (n)

Densidade:

- 1,55

Combustível	kWh	Termias	kcal	kJ
1 kg de Propano	12,53	11,072	11.072	46.347

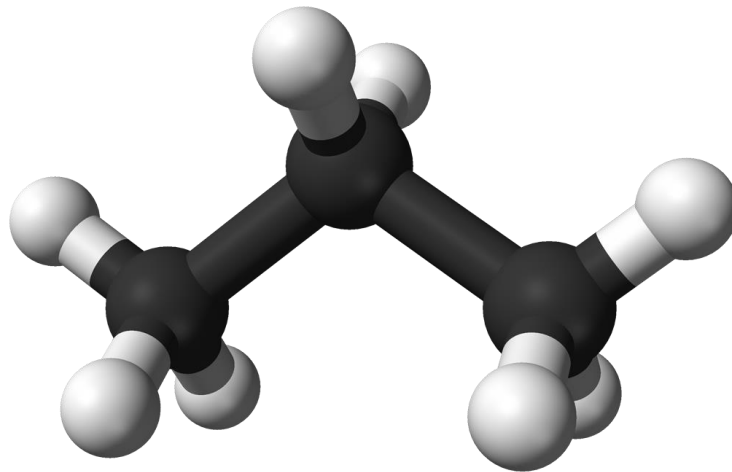


Figura 52 – Molécula de Propano C₃H₈

5.4 Anexo C

O gás natural é um produto extraído das camadas inferiores da crosta terrestre. É maioritariamente constituído por metano. Por não necessitar de transformação é um gás mais barato do que o propano. A única operação a que se faz ao gás natural é a adição de um odorífico, pois o mesmo no seu estado puro não possui cheiro.

O gás natural consumido em Portugal tem as seguintes características (REN, 2014):

Poder calorífico Inferior:

- 9.249 kcal/m³ (n)
- 11.534 kcal/kg

Massa volúmica:

- 0,8 kg/ m³ (n)

Densidade:

- 0,62

Combustível	kWh	Termias	kcal	kJ
1 m³ (n) de Gás natural	10,76	9,249	9.249	38.718

Magreb (% molar)	LNG (Min)	Média (Max)	
Metano	87,885	92,215	90,05
Etano	8,056	4,841	6,4485
Propano	1,378	2,111	1,7445
i-butano	0,108	0,36	0,234
n-butano	0,158	0,381	0,2695
i-pentano	0,022	0,018	0,02
n-pentano	0,018	0,003	0,0105
n-hexano	0,02	0	0,01
Azoto	1,088	0,071	0,5795
Co2	1,266	0	0,633
Total	100,00	100,00	100,00

kWh m ³	kWh /m ³	kWh /m ³	
Poder Calorífico Superior	11,8	12	11,9
Poder Calorífico Inferior	10,66	10,85	10,755
Índice de Wobbe (sobre PCS)	14,87	15,36	15,115

De acordo com a Especificação M-00000-SPC-MI-0002-Rev6 - Gas Properties da REN Gasodutos

5.5 Anexo D

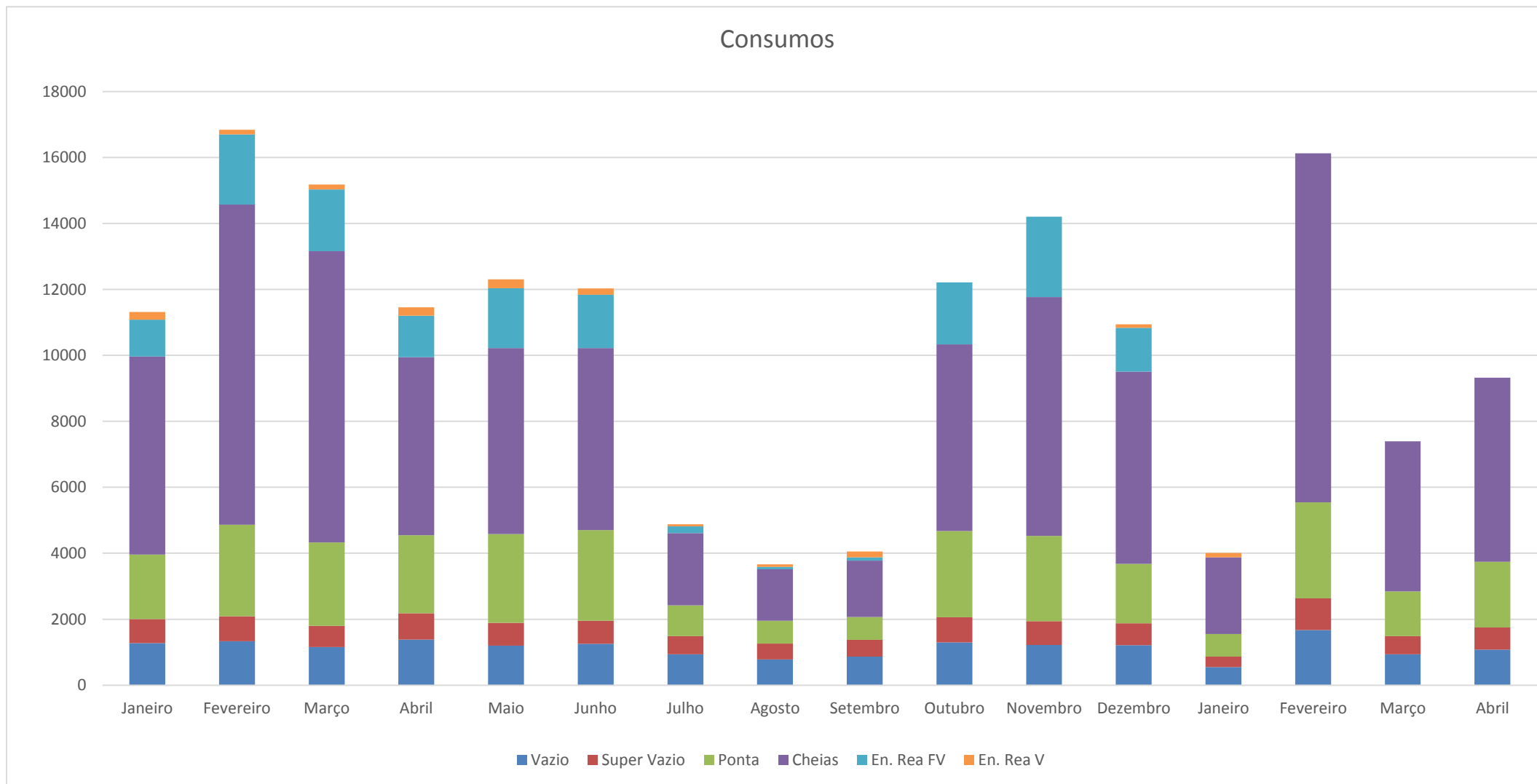


Figura 53 - Gráfico de consumos elétricos totais por tipo de tarifa 2013/2014

5.6 Anexo E

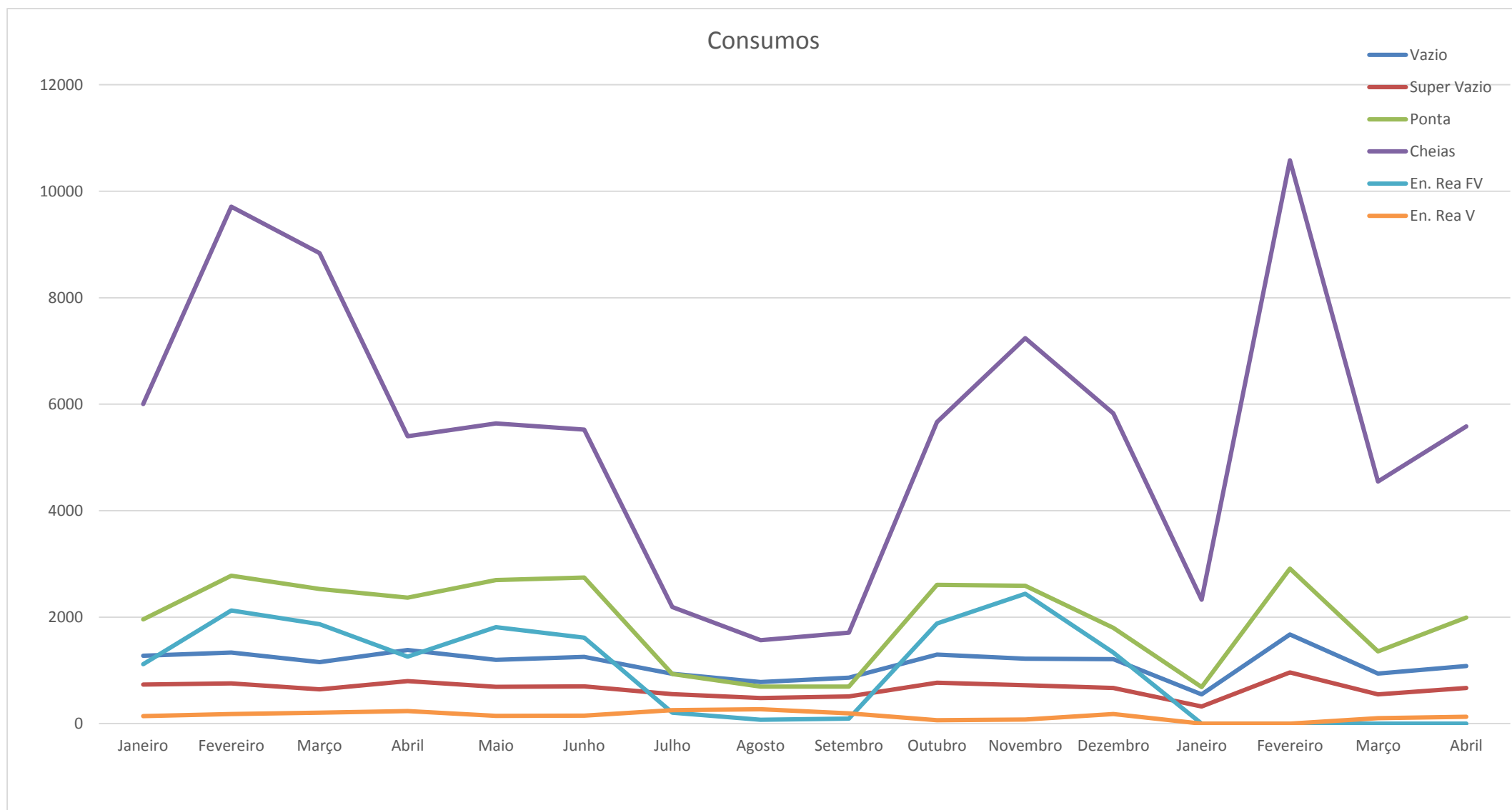


Figura 54 - Gráfico de consumos elétricos totais por tipo de tarifa 2013/2014

5.7 Anexo F

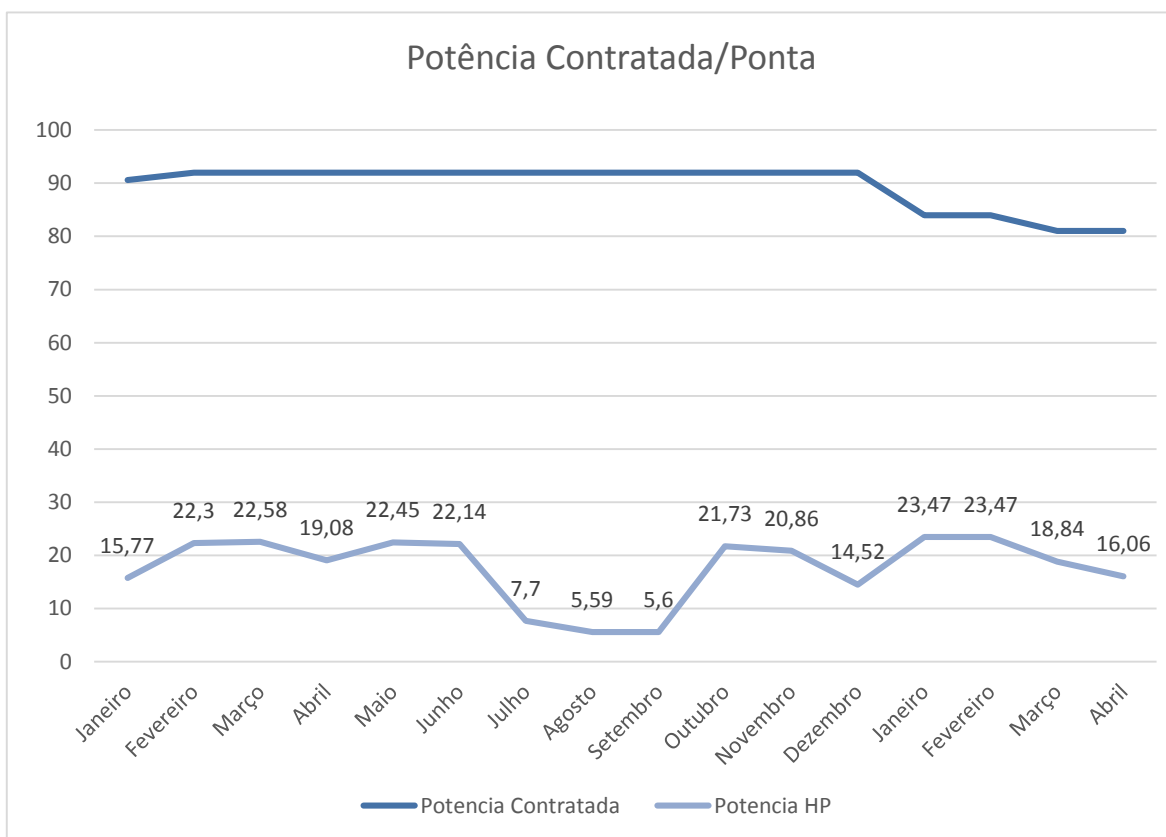


Figura 55 – Potência Contratada e Ponta ao longo do ano de 2013/2014

5.8 Anexo G

Tabela 30 – Especificações Técnicas Caldeira Pellets

TECHNICAL DATA		D50P
Boiler output	kW	13,5 - 45
Heating surface	m ²	3,6
Fuel shaft volume	dm ³	140
Dimensions of filling opening	mm	270x450
Specified chimney draught	Pa	23
Maximum working water pressure	kPa	250
Boiler weight	kg	430
Outlet orifice diameter	mm	152
Boiler height	mm	1405
Boiler width	mm	606
Boiler depth	mm	870
Cover for el. parts	IP	
Electric power - upon activation	W	530
Electric power - during operation	W	97
Boiler efficiency	%	91,1
Temperature of combustibles at nominal output (pellets)	°C	123
Weight flow of combustibles at nominal output (pellets)	kg/s	0,035
Average fuel consumption - pellets at nominal output	kg.h ⁻¹	10,6
Maximum log length	mm	710
Burning duration at nominal output - for wood	hours	2
Water volume in boiler	l	117
Hydraulic loss of boiler	mbar	0,24
Connecting voltage	V/Hz	

(Atmos, 2014)

5.9 Anexo H

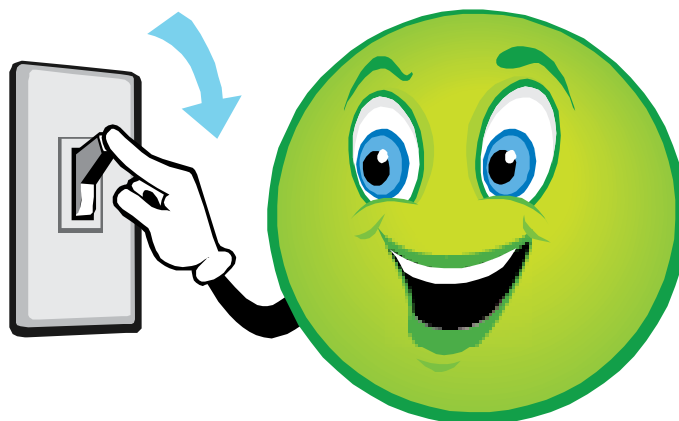


5.10 Anexo I

Estimados alunos, professores e funcionários é com orgulho que informo que esta sala foi dotada da tecnologia LED para poupança de energia 😊





No entanto a melhor energia é aquela que não se gasta, por isso, sempre que a sala se encontrar vazia ou a luz solar for suficiente apaguem a luz! Obrigado!



5.11 Anexo J

Temperaturas da carga

Nominal  **60 °C**




consumo continuado de água nova recuperação de água (e calor)

Consumo especificado como ...

valores horários absolutos perfil horário fixo com valor diário variável

Hora	Consumo (l)
0 - 1	
1 - 2	
2 - 3	
3 - 4	
4 - 5	
5 - 6	
6 - 7	
7 - 8	
8 - 9	
9 - 10	400
10 - 11	400
11 - 12	400
12 - 13	400
13 - 14	400
14 - 15	400
15 - 16	400
16 - 17	400
17 - 18	400
18 - 19	200
19 - 20	
20 - 21	
21 - 22	
22 - 23	
23 - 24	

< 

Total diário: 3800 l

Figura 56 – Perfil de consumo de AQS estimado