



AVALIAÇÃO ENERGÉTICA DA EMPRESA RENOPEL

FÁBIO ANDRÉ PEREIRA DA SILVA

Outubro de 2016

AVALIAÇÃO ENERGÉTICA DA EMPRESA RENOPEL

Fábio André Pereira da Silva



Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia

2016

Relatório elaborado para satisfação parcial dos requisitos da Unidade Curricular de DSEE -
Dissertação do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia

Candidato: Fábio André Pereira da Silva, Nº 1110851, 1110851@isep.ipp.pt

Orientação científica: Prof. Doutor José António Beleza Carvalho, jbc@isep.ipp.pt

Empresa: Renopel S.A

Supervisão: Engenheiro Carlos Custódio, ccustodio21@gmail.com



Departamento de Engenharia Eletrotécnica
Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia

2016

Dedico esta dissertação a todos os meus Familiares, Namorada e Amigos...

Agradecimentos

Em primeiro lugar, um profundo agradecimento aos meus pais, à minha namorada e a todos os familiares mais próximos pela sua disponibilidade e apoio incondicional ao longo dos anos.

Um especial agradecimento aos meus orientadores, Prof. Doutor José António Beleza Carvalho e ao Eng.º Carlos Custódio pelo apoio e pela larga disponibilidade ao longo da realização deste trabalho, assim como as suas sugestões e conselhos que se revelaram fundamentais para a conclusão da dissertação.

Um agradecimento especial aos responsáveis da Renopel que me acolheram muito bem, e que disponibilizaram tudo o que precisava e que não tiveram medo de arriscar e executaram a maior parte das soluções que eu apresentei no âmbito da realização desta dissertação.

Finalmente um agradecimento a todos os meus colegas de curso e amigos, que ao longo destes 5 anos, me têm ajudado e motivado, e que sem eles este percurso imaculado seria impossível.

Resumo

A presente dissertação insere-se no âmbito da unidade curricular “Dissertação” do 2º ano de Mestrado de Engenharia Eletrotécnica- Sistemas Elétricos de Energia, tendo sido realizada na empresa Renopel que é uma Lavandaria Industrial que se situa na Maia.

O objetivo desta dissertação era a realização de uma Avaliação energética (AE) à Renopel que tem elevados consumos de energia, tanto a nível térmico como elétrico e no ano de 2015 consumiu aproximadamente 800 MWh em gás natural e 270 MWh em Energia Elétrica.

Numa primeira fase da AE, fez-se uma análise de todo o uso de energia nos dois grandes setores da empresa, que são o setor das peles e o setor dos tapetes. Na realização desta análise, usou-se a faturação energética tanto do Gás Natural e da Energia Elétrica desde janeiro de 2015. Fez-se um levantamento de todos os consumos elétricos nos equipamentos e iluminação por quadro elétrico e depois global. Toda esta informação foi devidamente cuidada para que se possa obter uma fotografia energética correta da Renopel. No futuro pretende-se usar um analisador de energia fixo no quadro geral, para obter mais dados sobre a qualidade da mesma na Renopel.

Após esta 1ª análise, iniciou-se a procura de uma série de propostas de melhoria no que diz respeito ao pagamento da energia elétrica e energia térmica e ao consumo elevado desta. Quanto ao pagamento da energia elétrica, fez-se um estudo do mercado liberalizado de comercializadores de energia e as suas ofertas para Baixa Tensão Especial (BTE). Foram analisadas várias empresas, tais como a Gás Natural Fenosa (GNF), Energias de Portugal (EDP), Galp, Iberdrola, Energia Simples (ES) e Ecochoice para ver qual era a comercializadora que oferecia as melhores tarifas de venda da energia elétrica. Após a análise destas 6 propostas, a mais vantajosa foi a da *Ecochoice* que oferecia tarifas incrivelmente baixas e com o mesmo gasto de energia a Renopel consegue uma poupança de 470 €/mês em relação ao anterior fornecedor, que era a GNF. No que diz respeito ao pagamento da energia térmica, depois de analisar-se alguns fornecedores, optou-se por mudar para a Galp, pois as tarifas do gás natural eram muito mais baixas. O anterior fornecedor era a *Gold Energy*. Com esta mudança foi possível poupar aproximadamente 700 €/mês para o mesmo consumo.

Quanto aos consumos, os objetivos desta auditoria são:

- Melhorar o sistema de iluminação: solução de fácil execução e já implementada. Consiste na substituição direta das lâmpadas Florescentes por lâmpadas *Light Emitting Diode* (LED) equivalentes, de acordo com o fornecedor e analisando a luminosidade das mesmas, isso ficou comprovado, com um investimento superior a 3000 € e com um retorno deste em 6 meses;
- Plano de otimização do túnel de secagem: solução complexa, mas que foi executada com sucesso. O investimento foi de 11000 €, com um retorno deste em aproximadamente 3 anos e melhores condições de trabalho para todos os colaboradores da empresa. Esta solução consiste na implementação de 4 ventiladores de 1,1 kW ligadas em série a funcionar a 75% numa estufa aberta (ar húmido expelido de forma natural), a 3 metros do chão, com o aproveitamento dos condensados que existiam, mas que não estavam a ser utilizados, um conjunto de radiadores de camião que estão à frente dos ventiladores e ligados aos condensados e o uso de 2 painéis de ar quente que estão no telhado.
- Eliminar o pagamento da energia reativa: solução de fácil execução. Implementação de uma bateria de condensadores junto ao quadro geral pois existe um pagamento de 550 €/mês. Instalou-se uma bateria da Italfarad, PFC7 de 105 kVAr com um custo total 5500€ e com um retorno aproximado deste em 11 meses. Esta consiste num funcionamento automático de 5 módulos em que os 5 somados dão 105 kVAr, sendo a própria bateria a controlar qual os módulos a utilizar para compensar o fator de potência. Assim, com este funcionamento, garantimos uma longevidade maior da bateria de condensadores.

Com base nesta AE, conclui-se que a Renopel tem gastos energéticos elevados e que é uma forte dependente da energia. Pode-se afirmar que as propostas apresentadas foram validadas e na sua maior parte exequíveis, eficientes, eficazes e representam vantagens económicas para os responsáveis e melhores condições de trabalho para os colaboradores.

Palavras-Chave: Avaliação energética, eficiência energética, consumos energéticos e eficácia.

Abstract

This paper falls within the scope of the Master course, present in the 2nd year of master course in electro technical Engineering - Electrical Energy Systems, has been held in RENOPEL a company that operates as industrial laundry which is located in Maia.

The aim of this work was to carry out an energy assessment (EA) to RENOPEL that have high energy consumption, both in thermal and electric level and in 2015 it consumed about 800 MWh of natural gas and 270 MWh of electricity.

In the first phase of the EA, it was done an analysis of all energy use in two major sectors of the company, which are the sector of the skins and the industry of carpets. In this analysis, it was used energy billing both from Natural Gas and Electricity since January 2015. There was a survey of all power consumption in the equipment's and electric lighting and then of the global framework. All this information was properly cared in a way so it was possible to get a proper energy photography of the building (RENOPEL). In the future it is intended to use a fixed energy analyzer in the main framework for a deeper study about the energy quality in the RENOPEL.

After the 1st analysis, the search was initiated for a number of improvement proposals regarding the payment of the electric and thermal energy as for the high consumption. As for the payment of electricity, was made a study of the liberalized energy market traders and their offers for Special Low Voltage. Several companies were analyzed, such as Gas Natural Fenosa, Energias de Portugal, Galp, Iberdrola, Energia Simples and Ecochoice to see what was the best offering present in the market at that point in time. After a deep analysis of these six proposals, the most advantageous was the Ecochoice offering incredibly low rates for the numbers RENOPEL needed. With this measure Renopel achieves a saving of 470 € per month compared to the previous supplier, which was GNF. With regard to the payment of thermal energy, after looking up some suppliers, the choice ends up to be Galp, as the natural gas rates were much lower. The previous supplier was Gold Energy. With this change was possible to save approximately 700 € per month for the same values of consumption.

As for consumption, the objectives of this audit are:

- Improve the lighting system: easy to implement solution and already implemented. It consists of the direct replacement of fluorescent lamps with equivalent LED lamps, according to the provider and analyzing the brightness of the same to make sure they were suitable, it was proved, with an investment superior of € 3000, the company had this value financially returned during a period of 6 months;
- Optimization Plan of the drying tunnel: complex solution but that was successfully executed. The investment was € 11,000, with a financial return of this value in about 3 years and better working conditions for all employees of the company. This solution consists in the implementation of 4 fans with a power of 1.1 kW connected in series operating at 75% in a greenhouse (expelled moist air naturally) 3 m from the ground with the use of capacitors that existed but were not be used, a set of truck radiators that are in front of the fans and connected to the capacitors and use of 2 hot air panels located in the roof.
- Eliminate the payment of reactive power: easy to perform solution. Implementation of a capacitor bank in the company electrical grid, because there is a payment of 550 € per month. It was installed a battery from “Italfarad”, model “PFC7” of 105 kVAr with a total cost of € 5,500 with a financial return of this value in 11 months. This consists of 5-automatic modules that provide 105 kVAr, being the battery itself responsible for controlling the modules to use to compensate the power factor. So with this operation, we guarantee a greater longevity of the capacitor;

Based on this AE, it is concluded that RENOPEL have a high energy costs and is strongly energy dependent. It can be said that the proposals have been validated and the most part were feasible, efficient, effective and represented economic advantages for those responsible and better working conditions for all the employees.

Keywords: Energy Assessment, Energy Efficiency, Energy CONSUMPTION and efficiency.

Índice

AGRADECIMENTOS	II
RESUMO	IV
ABSTRACT	VI
ÍNDICE	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	X
ÍNDICE DE TABELAS	XII
ACRÓNIMOS	XIV
1. INTRODUÇÃO	1
1.1.CONTEXTUALIZAÇÃO E PONTOS CHAVES DESTA AUDITORIA.....	1
1.2.OBJETIVOS	2
1.3.ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO	3
2. ANÁLISE PRÉVIA DA INSTALAÇÃO	5
2.1.APRESENTAÇÃO DA EMPRESA RENOPEL	5
2.2.O QUE É UMA AUDITORIA ENERGÉTICA?	7
2.3.SITUAÇÃO ENCONTRADA NA RENOPEL	8
2.3.1.EQUIPAMENTOS E SISTEMAS ENCONTRADOS NA RENOPEL.....	9
2.3.1.1.MOTORES ASSÍNCRONOS E MOTORES SÍNCRONOS UTILIZADOS NA RENOPEL	9
2.3.1.2.VARIADORES DE VELOCIDADE PARA MOTORES ELÉTRICOS	12
2.3.1.3.SISTEMA DE ILUMINAÇÃO COM LÂMPADAS FLUORESCENTES COM BALASTROS FERROMAGNÉTICOS	13
2.3.1.4.REDE INTERNA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	14
2.3.1.5.CONSUMO POR EQUIPAMENTO E POR QUADRO (Q.G, Q.P.1 E Q.P.2) SEM CONTAR COM A ILUMINAÇÃO	14
2.4.CONCLUSÃO	17
3. AUDITORIA ENERGÉTICA	19
3.1.ANÁLISE DA FATURAÇÃO ENERGÉTICA	20
3.1.1.ARRANQUE OFICIAL DO MERCADO LIBERALIZADO.....	20
3.1.2.MERCADO LIBERALIZADO EM PORTUGAL.....	20
3.1.3.FORNECIMENTO DA ENERGIA ELÉTRICA.....	21
3.1.4.ANÁLISE DE DIFERENTES PROPOSTAS DE COMERCIALIZADORES DE ENERGIA ELÉTRICA	22
3.2.SUBSTITUIÇÃO DA ILUMINAÇÃO EXISTENTE POR LÂMPADAS LED;	24
3.2.1.HISTÓRIA E TECNOLOGIA LED	24
3.2.2.SUBSTITUIÇÃO POR LÂMPADAS LED	26

3.3. COMPENSAÇÃO DA ENERGIA REATIVA	27
3.3.1. CONTEXTUALIZAÇÃO	27
3.3.2. DIMENSIONAMENTO DA BATERIA DE CONDENSADORES	27
3.4. PLANO DE OTIMIZAÇÃO/CONSTRUÇÃO DE UM NOVO TÚNEL DE SECAGEM EFICIENTE	29
3.4.1. OBJETIVO.....	29
3.4.2. DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO IMPLEMENTADA	30
3.5. PROPOSTA DE MELHORIA DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA;	33
3.5.1. SECÇÃO DAS CANALIZAÇÕES	33
3.5.2. REDE DE DISTRIBUIÇÃO.....	33
3.5.3. COMPARAÇÃO COM A INSTALAÇÃO ATUAL.....	34
3.6. MONITORIZAÇÃO DE QUALIDADE DE ENERGIA.....	35
3.6.1. INTRODUÇÃO	35
3.6.2. ANALISADORES DE QUALIDADE DE ENERGIA.....	36
3.6.2.1. ANALISADOR DE ENERGIA FIXO CVM-K2 E CVM-NET E SOFTWARE	36
3.6.2.2. ANALISADOR DE ENERGIA FLUKE 435 SERIE II	38
3.7. PROPOSTA DE UMA AUDITORIA ENERGÉTICA SETORIAL A CALDEIRA – TÉRMICA.....	42
3.7.1. INTRODUÇÃO	42
3.7.2. OBJETIVOS.....	42
3.8. CONCLUSÃO	43
4. ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÓMICA	45
4.1. VIABILIDADE ECONÓMICA DA SUBSTITUIÇÃO DA ILUMINAÇÃO	46
4.2. VIABILIDADE ECONÓMICA DA COMPENSAÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA	50
4.3. VIABILIDADE ECONÓMICA DO NOVO TÚNEL DE SECAGEM	54
4.4. CONCLUSÃO	57
5. ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS.....	59
5.1. ANÁLISE DE TODOS OS CONSUMOS ENERGÉTICOS E RESULTADOS OBTIDOS	60
5.1.1. CONSUMOS DE GÁS NATURAL EM 2015 E 2016	60
5.1.2. CONSUMOS DA ENERGIA ELÉTRICA EM 2015 E 2016	63
5.2. CONCLUSÃO	67
6. CONCLUSÕES E PERSPETIVAS FUTURAS	69
REFERÊNCIAS DOCUMENTAIS	75
ANEXOS	79

Índice de Figuras

Figura 1 Exterior da Renopel, Zona Industrial da Maia, Sector IX [1]	6
Figura 2 Exemplo de máquinas que utilizam motores assíncronos e/ou síncronos	11
Figura 3 Variador de velocidade. [11]	12
Figura 4 Balastro ferromagnético e respetiva ligação das lâmpadas fluorescentes. [13] e [14]	13
Figura 5 Rede de distribuição e quadros elétricos	14
Figura 6 A evolução do mercado liberalizado [15]	20
Figura 7 Diagramas para a utilização da energia no horário de Inverno (1) e Verão (2) em ciclo diário	22
Figura 8 Projeções de eficácia e preço por unidade de lâmpada LED (verde) até 2040 [20]	24
Figura 9 Lumen's em função das horas de funcionamento para as 3 tecnologias [21]	25
Figura 10 Bateria de Condensadores Instalada	29
Figura 11 Radiadores de Camião à frente aos ventiladores de 1,1 kW	30
Figura 12 Temperaturas à saída do Depósito nº2 e da bomba de água	31
Figura 13 Novo túnel de Secagem e sua aplicação	32
Figura 14 Analisadores de energia CVM-k2 e CVM-NET [29]	38
Figura 15 Analisador de energia Fluke 435. [30]	38
Figura 16 Calculadora de redução de energia [30]	40
Figura 17 Medidor de Volts/Ampers/Hertz [30]	40
Figura 18 <i>System-Monitor</i> [30]	41

Figura 19 Ecrã de supervisão <i>System</i> e respetivas funções [30]	41
Figura 20 Fluxo Monetário do Projeto LED	49
Figura 21 Fluxo Monetário da Bateria de Condensadores	53
Figura 22 Fluxo Monetário do Projeto do novo Túnel de Secagem	56
Figura 23 Consumos do gás natural em m ³ 2015 VS 2016	62
Figura 24 Custos do gás natural em € 2015 VS 2016	62
Figura 25 Consumos da Energia Elétrica dividido em 4 classes	64
Figura 26 Consumo da Energia Elétrica em 2016 dividido em 4 classes	65
Figura 27 Divisão dos custos (%) em 2015 e 2016 (Jan-Jul)	66
Figura 28 Custos totais de Janeiro a Julho de 2015 e 2016	66

Índice de Tabelas

Tabela 1 Vantagens e desvantagens dos motores assíncronos. (Adaptado de [3][4][5][32])	9
Tabela 2 Vantagens e desvantagens dos motores síncronos. (Adaptado de [3][7][8])	10
Tabela 3 Dados do Quadro Geral	15
Tabela 4 Dados do Q.P.1	15
Tabela 5 Dados do Q.P.2	16
Tabela 6 Período horário – ciclo diário em BTE [17]	21
Tabela 7 Tarifas atualmente em vigor de 6 fornecedores de energia	22
Tabela 8 Valores Médios mensais dos consumos do ano 2015	23
Tabela 9 Propostas de 5 Fornecedores e o atual (GNF)	23
Tabela 10 Vantagens e Desvantagens da Tecnologia LED [22]	25
Tabela 11 Cálculo para o dimensionamento da bateria de condensadores	28
Tabela 12 Orçamento para o novo Túnel de Secagem	32
Tabela 13 Dimensionamento das Canalizações	34
Tabela 14 Condições de Sobrecarga e local onde se tirou o Iz	34
Tabela 15 Comparação dos In, atual VS solução futura	34
Tabela 16 Preço da proposta dos analisadores fixos [28]	38
Tabela 17 Substituição tipo Lâmpadas 1	46
Tabela 18 Substituição tipo Lâmpadas 2	46
Tabela 19 Substituição tipo Lâmpadas 3	47
Tabela 20 Tarifas Ecochoice utilizadas no Projeto LED	47

Tabela 21 Poupança e Retorno para o projeto LED de 2 anos	47
Tabela 22 Indicadores Económicos do projeto LED	48
Tabela 23 Dados dos consumos e faturação da energia reativa no ano de 2015	50
Tabela 24 Fator de multiplicação para cada escalão da Energia Reativa	51
Tabela 25 Poupança e Retorno para o projeto em 10 anos	52
Tabela 26 Indicadores Económicos da Bateria de Condensadores	52
Tabela 27 Poupança obtida direta e indiretamente com o novo Túnel de Secagem	54
Tabela 28 Como calcular a diferença de energia calorífica (Gás Natural)	55
Tabela 29 Dados com a Poupança e Retorno para o novo Túnel de Secagem	55
Tabela 30 Indicadores Económicos do novo Túnel de Secagem	56
Tabela 31 Consumos e custos mensais do gás natural 2015 e 2016	61
Tabela 32 Total de consumos e custos anuais do gás natural em 2015 e 2016	61
Tabela 33 Consumos da Energia Elétrica em 2015	63
Tabela 34 Outras variáveis e preço total da fatura energética em 2015	64
Tabela 35 Consumos da Energia Elétrica em 2016	65
Tabela 36 Outras variáveis e preço total da fatura energética em 2016	66

Acrónimos

BTE	–	Baixa Tensão Especial
BTN	–	Baixa Tensão Normal
GNF	–	Gás Natural Fenosa
ES	–	Energia Simples
AE	–	Avaliação ou Auditoria Energética
EDP	–	Energias de Portugal
UE	–	União Europeia
ME	–	Mercado Energético
LED	–	<i>Light Emitting Diode</i>
QEE	–	Qualidade de Energia Elétrica
Ta	–	Taxa de atualização
VAL	–	Valor Atual Líquido
TIR	–	Taxa Interna de Rentabilidade
PRS	–	Período de Retorno Simples
MLS	–	Máquina de Lavar a Seco

1. INTRODUÇÃO

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO E PONTOS CHAVES DESTA AE

Com base na ENE2020 que foi acordado com os restantes países da UE (União Europeia), a estratégia nacional para a energia baseia-se numa série de medidas para que em 2020 se atinga cerca de 20% de redução de consumos, 20% do aumento da eficiência energética e 20% do peso das energias renováveis no consumo final da energia. Esta dissertação consiste na realização de uma avaliação energética a uma lavandaria Industrial com o intuito de reduzir os consumos e aumentar a eficiência energética. Procedeu-se então ao levantamento dos consumos energéticos, como a energia elétrica e o gás natural, através da faturação desde janeiro de 2015 até julho de 2016. Isto tudo, com o intuito de proceder a uma quantificação das necessidades energéticas para uma diversidade de aparelhos como as máquinas de lavar a seco, as centrifugadoras, a máquina de lavar tapetes, os secadores, as máquinas de lavar (água), o sistema de iluminação, entre outros.

Nesta dissertação, estará presente uma análise minuciosa aos consumos dos equipamentos existentes, ao seu funcionamento, detetando e apontado as falhas existentes, bem como, os pontos fracos da mesma.

Recorrendo-se a uma AE, será possível tomar conhecimento dos problemas existentes na instalação e as suas origens sendo posteriormente elaboradas as soluções. Estas têm como objetivo promover a eficiência da instalação, bem como, eliminar as anomalias encontradas.

Este trabalho apresenta um estudo com diversas soluções exequíveis para os problemas encontrados e que foram implementadas, tais como:

- Pagamento do fornecimento de energia. Solução: Estudo do mercado e mudança de fornecedor;
- Pagamento da energia reativa. Solução: Instalação de uma bateria de condensadores no QG, compensação do Fator de Potência (FP);

- Iluminação pouco eficiente. Solução: Troca das lâmpadas fluorescentes de 58W,36W e 18W por lâmpadas Led de 22W,18W e 9W respetivamente e que são equivalentes segundo a Becariluz (fornecedor) e mais alguns especialistas neste ramo;
- Grave aquecimento do ar ambiente e custo energético elevado (Gás Natural-Vapor direto mais Energia Elétrica-Ventoinhas), devido ao túnel de secagem utilizado. Solução: Novo túnel de secagem com poupança de energia significativa, com redução drástica do consumo de Gás natural e melhores condições de trabalho para os colaboradores.

Por fim, faz-se uma análise de viabilidade económica da implementação das soluções propostas que acarretaram algum investimento, como forma de validação e execução das mesmas.

1.2. OBJETIVOS

Tendo em linha de conta a contextualização energética da Renopel, os principais objetivos desta dissertação são:

- Análise de todos os consumos energéticos avaliando os respetivos pesos na faturação;
- Realizar um estudo sobre os comercializadores de Energia Elétrica em BTE no mercado liberalizado com vista a uma proposta de melhoria nas tarifas e respetiva mudança;
- Proposta de melhoria do sistema de iluminação com a respetiva avaliação económica;
- Instalação da Bateria de condensadores;
- Análise e plano de otimização energética do Túnel de Secagem com a realização da avaliação económica para a solução apresentada;
- Proposta para uma Análise da Qualidade de Energia da Renopel;
- Proposta para auditoria energética sectorial à Caldeira;
- Análise dos sistemas de força motriz e proposta de melhoria dos respetivos consumos (Não executada).

1.3. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO

Esta dissertação está organizada por capítulos e tem ao todo seis. O presente capítulo faz o enquadramento à empresa Renopel e apresenta os objetivos desta dissertação.

No capítulo seguinte, 2º, é feito um ponto da situação inicial da empresa e refere-se o que foi encontrado, os principais problemas em estudo e de que forma funciona uma avaliação/auditoria energética.

No capítulo 3º são apresentadas todas as propostas desta avaliação energética feita à empresa descrita nos objetivos do trabalho.

No 4º capítulo é feita uma análise da viabilidade económica das soluções implementadas pela empresa que acarretaram custos financeiros.

No capítulo 5º são feitas algumas comparações do antes e do depois da auditoria energética à Renopel, no que diz respeito à faturação energética, em que por outras palavras analisa-se os resultados obtidos.

No 6º capítulo são retiradas as principais conclusões sobre o trabalho desenvolvido e apresentado nesta dissertação, sendo também feita uma reflexão sobre trabalhos futuros que podem vir a ser desenvolvidos no âmbito de uma gestão eficiente e racional de consumos de energia elétrica.

2. ANÁLISE PRÉVIA DA INSTALAÇÃO

O objetivo deste capítulo é dar a conhecer a Empresa Renopel, explicar o que é uma auditoria energética, fazer uma radiografia geral ao que foi encontrado no início da auditoria e no 1 mês completo desta auditoria (março) e ver quais são os principais focos de mudança para melhorar a eficiência da instalação.

2.1. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA RENOPEL

O Grupo Tapiipel-Renopel conta com uma experiência conjunta de mais de 40 anos, e operam no sector da lavandaria profissional e especializada. Esta parceria é muito recente (julho 2015) e é uma junção de 2 empresas anteriormente concorrentes, a Renopel sediada na Maia e a Tapiipel sediada em Oeiras [1].

Atualmente o Grupo é considerado uma marca de referência nos seguintes serviços: limpeza e restauro de peles, limpeza e restauro de outras peças de vestuário, limpeza de tapetes, edredons, sofás, alcatifas, colchões e limpeza de cortinados.

Com o passar dos anos a Renopel e a Tapiipel usaram técnicas de limpeza avançadas e sofisticadas apostando numa onda de inovação e modernização, o que permitiu desenvolver alguns tipos de tratamentos diferenciados e eficazes tais como: tratamento anti ácaros, impermeabilização, anti bactericida, higienização, pintura, tratamento e recuperação de peles e costura e restauro.

A Tapiipel-Renopel representa também várias marcas internacionais de produtos que são utilizados nas lavandarias como *Bufa*, *Seitz*, *Biar* e *Tintolav*, e isso permiti-lhes trabalhar com as mais modernas técnicas de limpeza existentes no mercado tais como a: limpeza a seco com percloroetileno, limpeza a seco com hidrocarbono, lavagem a água com mecanismos de dosagem automática, *wetcleaning* e injeção/extração.

O Grupo trabalha em toda a extensão do território nacional e no norte de Espanha com parceiros/lavandarias, que operam como o ponto de ligação chave ao consumidor final. A rede proprietária de logística assegura visitas semanais perto de 3000 parceiros-lavandarias.

Na Figura 1 apresenta-se uma fotografia do exterior da Renopel situada na Zona Industrial da Maia.



Figura 1 Exterior da Renopel, Zona Industrial da Maia, Sector IX [1]

O Grupo Tapipe/renopel tem uma grande notoriedade do mercado nacional, sendo uma empresa líder e de referência no setor com um volume de vendas anual a rondar os 4 milhões de euros em 2015. Com o intuito de evoluir, o grupo tem a ideia para este ano de 2016 de aumentar o volume de vendas em 90 % e com isso prevê-se um aumento de 10 % nos custos/despesas.

Os 600 maiores clientes da Tapipe/renopel representam 69,3 % das vendas em 2015 com um valor médio anual de vendas de 1.678 €.

O top 10 representa 13,8 % das vendas e nenhum é um cliente institucional.

2.2. O QUE É UMA AUDITORIA ENERGÉTICA?

Uma auditoria/avaliação energética a uma empresa, é um exame detalhado das condições de como é utilizada a energia na mesma. Este permite conhecer, quais os principais focos que são necessários alterar, quando e como é utilizada a energia e qual a eficiência dos equipamentos, entre outras. Assim é de extrema importância o levantamento de todos os dados, desde o *data-sheet* das máquinas para ver o seu consumo, até à faturação energética global, tanto do gás natural como da energia elétrica. Com estes levantamentos avalia-se e quantifica-se a energia efetivamente consumida e identificam-se os setores ou equipamentos na qual a atuação é prioritária. O objetivo é claro, “para gerir é indispensável conhecer o objeto de gestão” [2] e conhecendo bem a instalação, o foco é economizar energia através do uso mais eficiente e eficaz desta, sem prejudicar o processo produtivo.

Existe dois tipos de auditorias dependendo do grau de complexidade e do fim que se pretende: auditoria simples e auditoria complexa. Como os próprios nomes indicam existe diferenças entre elas, pois há uma relação direta entre a complexidade da instalação e o numero de focos de mudanças com vista a uma poupança de energia.

De acordo com a ADENE, uma auditoria simples tem como finalidade fazer um diagnóstico da situação energética de uma instalação, consistindo numa simples observação visual para identificar falhas e numa recolha de dados suscetíveis de fornecer alguma informação sobre os consumos específicos de energia enquanto que uma auditoria complexa consiste num levantamento aprofundado da situação energética, analisando-se as quantidades de energia utilizadas em cada uma das operações do processo de fabrico. [2]

No caso da Renopel foi feita uma auditoria simples pois os principais focos já estavam identificados. Basicamente esta consistiu num exame crítico da forma como é utilizada a energia com base nos registos, dos consumos e custos o mais rigoroso possível, porém não existiu a possibilidade de analisar ao pormenor cada uma das operações do processo de fabrico com medições reais, porque estas com o passar dos anos são diferentes dos valores apresentados no *data-sheet* de cada máquina. Os dados retirados desta auditoria energética, são úteis para implementar um conjunto de medidas com vista à redução dos consumos energéticos, tanto ao nível de gás natural (energia térmica) como na energia elétrica da empresa.

2.3. SITUAÇÃO ENCONTRADA NA RENOPEL

Nos dias de hoje, a energia elétrica é essencial para o desenvolvimento da maioria dos sectores. O consumo elétrico tem vindo a sofrer alterações devido à evolução dos equipamentos elétricos e à necessidade de as empresas reduzirem cada vez mais os custos desnecessários. Para isso é fundamental estudos sobre a eficiência energética das instalações.

Este tema tem chamado a atenção não só dos consumidores, mas também dos produtores, distribuidores e dos fabricantes dos equipamentos devido a clientes cada vez mais exigentes no que diz respeito à eficiência dos equipamentos. Existem problemas que podem levar a faturas elétricas elevadas ou mesmo a avarias dos equipamentos, daí a importância de corrigir certas situações de forma a tornar uma empresa viável.

A Renopel é constituída por uma zona administrativa e uma zona de produção. A zona administrativa é maioritariamente constituída por equipamentos informáticos, unidades de ar condicionado, entre outros. Quanto à zona da produção, com base nos equipamentos existentes, verifica-se que determinados sistemas se encontram num estado degradado e desatualizado, como é o caso do túnel de secagem e da iluminação.

Tanto na zona de produção, como na zona administrativa, estas incorporam no seu sistema de iluminação, lâmpadas fluorescentes com balastos ferromagnéticos, sendo de grande interesse a substituição destas por lâmpadas LED de modo a diminuir os consumos energéticos.

Outro dos pontos críticos na Renopel é a substituição/melhoria do túnel de secagem pois a temperatura no interior da fábrica é insuportável e o consumo energético é extremamente elevado devido ao túnel de secagem ser alimentado pelo o vapor direto proveniente da Caldeira e tem como aliado principal o secador *Mega Dryer*, que é um equipamento com grandes consumos energéticos. O objetivo da Renopel é melhorar as condições de trabalho dos seus colaboradores, poupar entre 5% a 15% no gás natural e que a amortização do investimento fosse abaixo dos 5 anos.

Outro dos graves problemas da Renopel é o pagamento da energia reativa pois não existe nenhum mecanismo para compensar o fator de potência. O valor médio no que diz ao respeito ao custo mensal em 2015 foi de 542.12 €, o que dá um total superior a 6000 €/ano.

2.3.1. EQUIPAMENTOS E SISTEMAS ENCONTRADOS NA RENOPEL

2.3.1.1. MOTORES ASSÍNCRONOS E MOTORES SÍNCRONOS UTILIZADOS NA RENOPEL

A máquina assíncrona de indução é de todas as máquinas elétricas convencionais a mais robusta e, como tal, a mais utilizada na indústria, especialmente na sua aplicação como motor. Tendo em conta que esta é uma carga não-linear, as variações de corrente e tensão que esta necessita para a sua operação são refletidas no aparecimento de harmónicos. Além desta componente negativa das máquinas, a máquina de indução necessita de energia reativa para operar sendo que, esta é responsável pela criação de campo magnético e proporcionar a excitação da máquina para esta arrancar (Correntes altíssimas no arranque). Este apresenta inúmeras vantagens, que podem ser de ordem económica e de funcionamento.

Assim sendo, as principais vantagens e desvantagens do motor assíncrono podem ser verificadas na Tabela 1.

Tabela 1 Vantagens e desvantagens dos motores assíncronos. (Adaptado de [3][4][5] [32])

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none">• São de construção simples e robusta, podendo operar em qualquer condição ambiental;• São mais baratos devido à ausência de escovas, comutadores e anéis de deslizamento;• Devido à ausência de comutadores, escovas e anéis de deslizamento, estes são livres de manutenção;• Podem operar em ambientes onde exista risco de explosão, devido à sua falta de escovas, que podem provocar faíscas;	<ul style="list-style-type: none">• Alta corrente de arranque;• Maior custo de manutenção, que se deve em grande parte à sua necessidade de dispositivos de arranque;• Quando não são bem dimensionados para a carga estes apresentam baixo fator de potência, reduzindo a eficácia do sistema;• O motor de indução é mais suscetível a variações de tensão;• A velocidade do motor é reduzida com o aumento da carga;• Estes são sensíveis a harmónicos, picos de tensão e a sobreaquecimentos;• O desequilíbrio entre fases e a cava de tensão provoca esforços mecânicos no mesmo, reduzindo o seu tempo de vida útil.

Os motores síncronos caracterizam-se pela sua capacidade em manter a velocidade de rotação constante, o que favorece a sua aplicação em situações onde é necessário operar com velocidades estáveis sob ação de cargas variáveis. A sua velocidade de rotação é definida pela rotação do campo girante, que por sua vez é definida pela frequência de alimentação e pelo número de pares de polos que o motor possui. Para além desta particularidade, a sua utilização é vantajosa no caso de se desejar obter uma potência elevada com um valor de binário constante. A sua grande aplicação na indústria justifica-se pelo facto de possuírem um rendimento elevado, baixo custo de manutenção e pela característica de poderem funcionar como compensador síncrono, de forma a corrigir o fator de potência da rede.

O modo de funcionamento do motor síncrono pode ser controlado por um circuito de excitação, podendo-se desta forma fazer com que consuma potência reativa (motor sub-excitado) ou que produza energia reativa (motor sobre-excitado), sendo que o fator de potência diminui quando a excitação é mantida constante com a redução da potência.

Tal como o motor assíncrono o motor síncrono também apresenta algumas vantagens e desvantagens à sua utilização A Tabela 2 ilustra os fatores de destaque do mesmo.

Tabela 2 Vantagens e desvantagens dos motores síncronos. (Adaptado de [3][7][8])

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> • Permite reduzir custos de energia e melhorar o rendimento do sistema de energia, corrigindo o fator de potência da rede a que se encontra ligado; • Mantêm a velocidade constante nas situações de sobrecarga e de oscilação de tensão; • É altamente eficiente na conversão de energia elétrica em mecânica, tendo melhor aproveitamento para uma grande variedade de carga; • Este consegue também manter a sua velocidade e estabilidade, mesmo em situações de grande flutuação de carga. 	<ul style="list-style-type: none"> • Possuem um alto custo de aquisição; • O arranque direto a partir da rede elétrica poderá prejudicar a qualidade de energia da rede, isto acontece devido a fenómenos transitórios, provocando perdas nas lâminas do estator e do rotor e originando perdas ôhmicas e originando harmónicos de corrente; • Estes motores possuem um elevado índice de inercia, o que dificulta a sua entrada em funcionamento; • Necessitam de mais manutenção; • É apenas utilizado para grandes potências.

Estes motores, assíncronos e/ou síncronos, são utilizados por exemplo nas Máquinas de Lavar a Seco (MLS), nos secadores, na máquina de tingir, na máquina de lavar tapetes e nas centrifugadoras, entre outras. Alguns destes equipamentos, são apresentadas na Figura 2.



Figura 2 Exemplo de máquinas que utilizam motores assíncronos e/ou síncronos

2.3.1.2. VARIADORES DE VELOCIDADE PARA MOTORES ELÉTRICOS

O variador de velocidade permite que se faça o controlo da velocidade e do binário dos motores de indução, este faz isso convertendo a frequência na rede para outra compreendida entre 0 e 300 Hz, fazendo com que a velocidade do motor seja proporcional à frequência. Este controlo permite que se poupe energia, se eleve o rendimento do motor e que posteriormente se proteja a rede elétrica. [9]

Os variadores de velocidade permitem que a vida útil de um motor seja perlongada, isto deve-se à redução de choques mecânicos o que resultará numa redução na manutenção mecânica. [10] A Figura 3 ilustra um variador de velocidade.



Figura 3 Variador de velocidade. [11]

Os variadores de velocidade quando aplicados a motores assíncronos são muito sensíveis a cavas de tensão. Embora o seu comportamento varie de fabricante para fabricante, na generalidade este entra em alarme quando a profundidade da cava é maior ou igual a 15% durante mais de 200 ms, podendo até uma profundidade de 10% por 100 ms suficiente para interromper o seu funcionamento. Nos variadores de velocidade com potência mais elevada a sensibilidade a cavas de tensão tende a aumentar. [11]

No entanto estes são muito pouco utilizados, somente em algumas máquinas na Renopel, cerca de 5 %, sendo que a sua utilização deveria ser alargada, para poder controlar algum gasto excessivo de energia no arranque.

2.3.1.3. SISTEMA DE ILUMINAÇÃO COM LÂMPADAS FLUORESCENTES COM BALASTROS FERROMAGNÉTICOS

Os balastros são utilizados como limitadores de corrente nas lâmpadas fluorescentes. Atualmente os balastros ferromagnéticos têm vindo a ser substituídos pelos eletrônicos. A diretiva da União Europeia, do protocolo de Kyoto, estabelece a proibição da utilização de balastros ferromagnéticos em fontes de iluminação fluorescentes. [12]

A utilização de balastros ferromagnéticos apresenta uma série de desvantagens, quando comparados com os balastros eletrônicos, tais como: menor rendimento luminoso, presença do efeito flicker na tensão, menor tempo de vida útil, menor dissipação de calor e maior intensidade de ruídos sonoros, através de vibrações mecânicas provocadas pelas chapas laminadas no núcleo e pela bobine. [13]

A Figura 4 representa um balastro ferromagnético e respetiva ligação das lâmpadas fluorescentes:

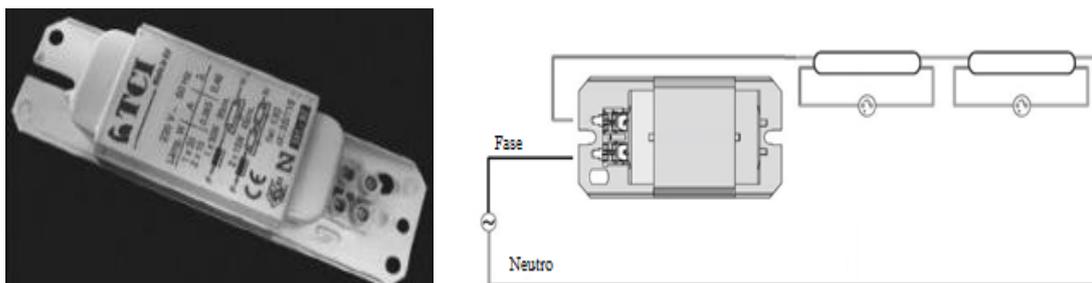


Figura 4 Balastro ferromagnético e respetiva ligação das lâmpadas fluorescentes. [13] e [14]

Em função dos locais as armaduras e lâmpadas instaladas são as seguintes:

- **A1:** Armadura, montagem saliente, com lâmpadas à vista e refletor em chapa do tipo estanque com duas lâmpadas fluorescentes TDL de 58 W de potência e da cor 54 da Philips, instaladas no Armazém;
- **A2:** Armadura, montagem saliente, com uma lâmpada fluorescente de 36 W de potência e da cor 54 de Philips instaladas nas laterais do Armazém;
- **A3:** Armadura equipada com 4 lâmpadas de 60 cm de 18 W de potência na zona dos escritórios;
- **P1:** Dowlights de encastrar do tipo “4000/E160”, com balastros de perdas reduzidas com 1 lâmpada TC-T de 26 W de potência.

2.3.1.4. REDE INTERNA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

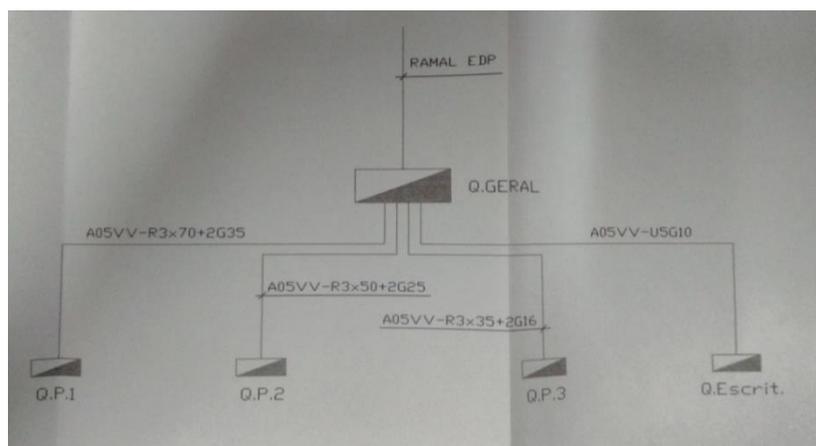


Figura 5 Rede de distribuição e quadros elétricos

Como é possível observar na Figura 5, a canalização do Q. Geral para o Q.P.2 é possível que a secção das fases de 50mm^2 não tenha sido bem dimensionada de acordo com o método de Instalação encontrado. Como o disjuntor regulável escolhido para proteger este circuito foi o de 125 A (I_n), o I_z (corrente máxima admissível) escolhido tem que ser maior que o I_n (corrente no nominal). Este I_z é determinado com base nas Regras técnicas de instalações elétricas de baixa tensão (RTIEBT) pelo Quadro 52-C3 -> Método B (método da instalação). Escolhido o I_z , temos a secção mínima escolhida recorrendo ao mesmo quadro. A secção da fase deste troço nunca poderia ser 50mm^2 , pois o I_z correspondente para esta secção é de 134 A, e de acordo com a 2ª condição de sobrecarga ($1,6 \cdot I_n < 1,45 \cdot I_z$), esta não é respeitada. A 1ª condição de sobrecarga ($I_b < I_n < I_z$) é respeitada porque a corrente de serviço (I_b) é bem menor que os 125 A.

2.3.1.5. CONSUMO POR EQUIPAMENTO E POR QUADRO (Q.G, Q.P.1 E Q.P.2) SEM CONTAR COM A ILUMINAÇÃO

Este estudo foi efetuado no mês de março de 2016 para os equipamentos do Quadro Geral, Q.P.1 e Q.P.2 como é demonstrado nas Tabelas 3,4 e 5. Para este ser o minimamente credível e rigoroso, recolheu-se informações nos manuais (*data-sheet*) de cada máquina para saber a potência associada a cada uma e afixou-se uma folha em cada máquina para que o operador registasse todas as horas de utilização por dia, durante 1 mês. No final foi calculado quanto é que custou cada máquina no mês de março para a Renopel utilizando as tarifas correspondentes por cada hora de utilização. Não se considerou a iluminação pois esta foi substituída a meio do mês deste estudo.

Tabela 3 Dados do Quadro Geral

Quadro Geral (março)						
MLS <i>Bowe</i> P5100	5,6	kW	9	h/dia	252	€/mês
MLS <i>Bowe</i> P564	4	kW	8	h/dia	156	€/mês
MLS <i>Bowe</i> P240	8	kW	7	h/dia	301	€/mês
MLS <i>Bowe</i> P200	5	kW	11	h/dia	254	€/mês
MLS <i>Swiss Clean</i> 35	6	kW	3	h/dia	57	€/mês
MLS <i>Swiss Clean</i> 25_7	5	kW	3	h/dia	42	€/mês
MLS <i>Swiss Clean</i> 25_6	4,5	kW	3,5	h/dia	49	€/mês
MLS <i>Swiss Clean</i> 25_8	5	kW	3	h/dia	43	€/mês
MLS <i>Swiss Clean</i> 15	4	kW	0.1	h/1dia	1	€/mês
Compressor	11	kW	11	h/dia	378	€/mês

Tabela 4 Dados do Q.P.1

Quadro Parcial 1 (março)						
Cabine 1	2	kW	6	h/dia	41	€/mês
Cabine 2	2	kW	6	h/dia	41	€/mês
Cabine 3	2	kW	6	h/dia	41	€/mês
<i>Velour Machine</i> 1	5	kW	4	h/dia	59	€/mês
<i>Velour Machine</i> 2	5	kW	6	h/dia	94	€/mês
<i>Velour Machine</i> 3	5	kW	6	h/dia	94	€/mês
Prensa 1	2	kW	3	h/dia	14	€/mês
Prensa 2	2	kW	3	h/dia	14	€/mês
Ferros e Vaporetas	1	kW	8	h/dia	12	€/mês

Tabela 5 Dados do Q.P.2

Quadro Parcial 2 (março)						
Secador Mega <i>dryer</i> (10) e ventiladores (1,5)	11,5	kW	8+13	h/dia	490,69	€/mês
IPSO 570 (III)	6,8	kW	3,5	h/dia	73,1	€/mês
IPSO 304	3,0	kW	4	h/dia	37	€/mês
IPSO 570 (II)	6,8	kW	4,5	h/dia	94,2	€/mês
Máquina para aspirar e embalar	5,0	kW	6,0	h/dia	93,6	€/mês
Máquina de Lavar Tapetes	2,5	kW	9,0	h/dia	113,8	€/mês
Secador para os Tingimentos	1,5	kW	6,0	h/dia	28,1	€/mês
Máquina para efetuar medições	1,0	kW	3,0	h/dia	9,4	€/mês
2 Centrifugadoras	2,0	kW	9,0	h/dia	91,0	€/mês
Desenpolvadora PO322	2,5	kW	4,0	h/dia	31,2	€/mês
Nova Máquina de tingimentos	7,5	kW	7	h/dia	156	€/mês
Máquina de Tingimentos antiga	1,5	kW	2,5	h/dia	37,9	€/mês
Máquina TT300 Electrolux	1,0	kW	1	h/dia	3	€/mês

Por mês, o custo total por quadro é o seguinte sem contar com a iluminação e não é considerado o novo túnel de secagem:

- Q.G = 1533 €
- Q.P.1 = 412€
- Q.P.2 = 1259€
- Total (Custo dos 3 quadros) = 3204€ s/iva

O Quadro parcial 3 e o quadro de escritório não estão aqui referenciados porque são desprezáveis para este estudo, pois a sua potência instalada é baixa sem contar com a iluminação.

2.4. CONCLUSÃO

Com base na análise feita na chegada à instalação e no 1º mês completo da AE, pode-se concluir que os principais problemas são: a falta de compensação da energia reativa, o que leva a elevados custos na faturação; o sistema de iluminação ultrapassado e túnel de secagem primitivo.

Relativamente a estes dois últimos pontos, ambos precisam de ser mais eficientes, pois consomem muita energia, um exclusivamente a nível elétrico e o outro a nível térmico e elétrico. Sendo que o túnel de secagem para além do elevado consumo é responsável por criar desconforto para os colaboradores porque a dissipação de calor proveniente deste aquece toda a fábrica, que atinge temperaturas demasiado elevadas, tornando quase impossível o ato laboral.

Outra coisa que se pode concluir é que no início da instalação, a canalização do Q. Geral ao Q.P.2 foi mal dimensionada porque dever-se-ia ter escolhido uma secção acima, pois a corrente máxima admissível desta secção não respeita a 2º condição de sobrecarga ($1.6 \cdot I_n < 1.45 \cdot I_z$).

3. AUDITORIA ENERGÉTICA

Neste capítulo são abordadas 7 propostas que foram na sua maioria executadas com êxito nesta auditoria/avaliação energética.

As propostas apresentadas são:

- Redução das tarifas energéticas, negociando novos contratos energéticos. Estudo de algumas propostas de alguns comercializadores do Mercado Energético (ME);
- Substituição de todas as lâmpadas fluorescentes do armazém e escritórios por lâmpadas LED compatíveis;
- Instalação de Baterias de Condensadores para compensação da Energia Reativa;
- Análise e plano de otimização energética do Túnel de Secagem;
- Proposta de melhoria da rede de distribuição de energia elétrica;
- Proposta para uma Análise da Qualidade de Energia da Renopel;
- Proposta para auditoria energética sectorial à Caldeira;

3.1. ANÁLISE DA FATURAÇÃO ENERGÉTICA

3.1.1. ARRANQUE OFICIAL DO MERCADO LIBERALIZADO

O arranque oficial do mercado liberalizado deu-se com a publicação em 1995 do 1º documento publico, por parte da UE, em que a competitividade global era um dos objetivos principais para a criação de um mercado liberalizado de energia.

Esta seria então feita por partes, sendo os critérios iniciais o volume de produção anual e mais tarde os níveis de potência dos vários consumidores como se pode observar na Figura 6.

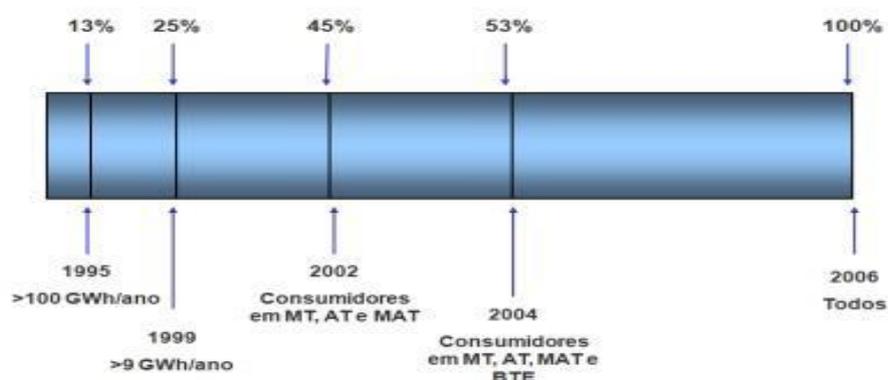


Figura 6 A evolução do mercado liberalizado [15]

3.1.2. MERCADO LIBERALIZADO EM PORTUGAL

Em Portugal a liberalização do mercado de energia elétrica está em curso desde 2000 e irá brevemente entrar na fase plena, com a extinção das tarifas reguladas para todos os clientes.

Com a existência deste mercado, os objetivos principais são diminuir a dependência energética nacional, criar um mercado mais competitivo com redução das tarifas energéticas e com ganhos de eficiência energética, de modo a promover a evolução tecnológica na indústria energética.

A principal característica do mercado anterior era fixar anualmente as tarifas de energia pela ERSE, sendo essa praticada pela EDP junto dos consumidores. Com esta política, a mudança dos preços das tarifas de energia era impossível e não havia qualquer tipo de concorrência pois o serviço de energia só era distribuído pela EDP universal.

Com o mercado liberalizado, existe a vantagem do consumidor pode escolher o fornecedor que bem entender e que vá mais de encontro às suas necessidades, sendo que atualmente existe uma panóplia de opções, desde a EDP Comercial (atua no mercado livre), a Energia Simples, a Ecochoice, entre outras. [16]

3.1.3. FORNECIMENTO DA ENERGIA ELÉTRICA

A Renopel até junho de 2016 era fornecida em termos de energia elétrica pela Gás Natural Fenosa, em Baixa Tensão Especial, ciclo diário, tabela 6 com uma potência contratada de 151kW/134 kW. Após o estudo que se segue, a partir de julho de 2016, o fornecedor passou a ser a Ecochoice. O custo total da fatura de energia elétrica é composto por quatro parcelas, tais como: os termos fixos, custos de potência, energia reativa e energia ativa. A tabela seguinte apresenta os períodos horários para a utilização da energia elétrica.

Tabela 6 Período horário – ciclo diário em BTE [17]

Ciclo diário para BTE e BTN em Portugal Continental			
Período de hora legal de Inverno		Período de hora legal de Verão	
Ponta:	09.00/10.30 h 18.00/20.30 h	Ponta:	10.30/13.00 h 19.30/21.00 h
Cheias:	08.00/09.00 h 10.30/18.00 h 20.30/22.00 h	Cheias:	08.00/10.30 h 13.00/19.30 h 21.00/22.00 h
Vazio normal:	06.00/08.00 h 22.00/02.00 h	Vazio normal:	06.00/08.00 h 22.00/02.00 h
Super vazio:	02.00/06.00 h	Super vazio:	02.00/06.00 h

Na Figura 7, é demonstrado o uso preferencial da utilização da energia elétrica em 3 cores diferentes, tal como um semáforo em que o:

- **Vermelho** – Horas de Ponta – **Evitar!**
- **Amarelo** – Horas de Cheia – **Uso razoável, é o mais utilizado pela Renopel!**
- **Verde** – Horas de Vazio Normal e Super-Vazio – **Uso preferencial se possível!**

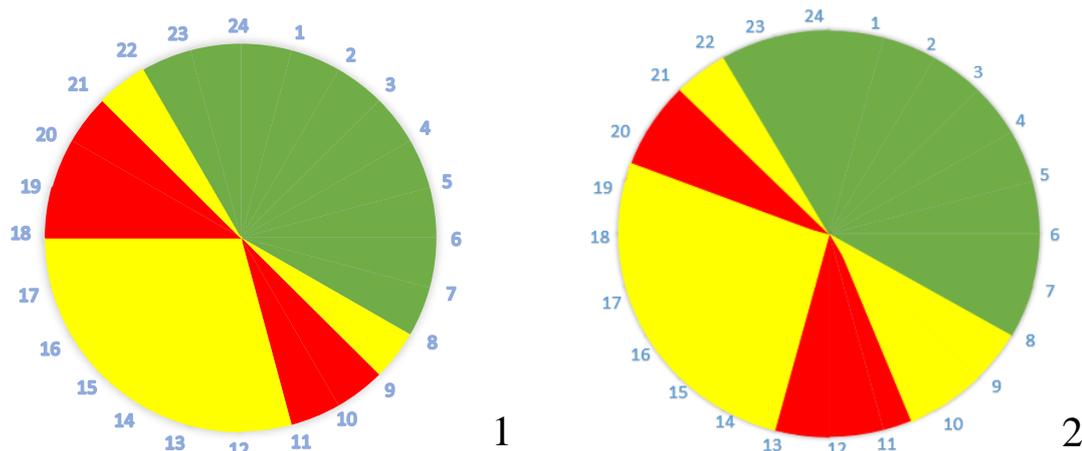


Figura 7 Diagramas para a utilização da energia no horário de Inverno (1) e Verão (2) em ciclo diário

3.1.4. ANÁLISE DE DIFERENTES PROPOSTAS DE COMERCIALIZADORES DE ENERGIA ELÉTRICA

Foi feito um estudo com as seis propostas que a Renopel recebeu, onde se analisou as tarifas aplicadas por cada comercializador (Tabela 7). Depois e com os consumos médios mensais do ano de 2015 para todos as horas de utilização (energia ativa) e custos de potência que são apresentados na Tabela 8, calculam-se os custos parciais para as tarifas de energia ativa, custos com a potência e algumas taxas. Com a soma destes custos parciais, temos o custo total da fatura sem iva (Tabela 9).

Tabela 7 Tarifas atualmente em vigor de 6 fornecedores de energia

Fornecedores	<i>Ecochoice</i>	<u>GasNatural Fenosa</u>	Iberdrola	Energia Simples	Galp	EDP
Potência	€/kW.dia	€/kW.dia	€/kW.dia	€/kW.dia	€/kW.dia	€/kW.dia
Horas de Ponta	0,58125	0,58125	0,58125	0,58125	0,58125	0,50790
Contratada	0,03843	0,03843	0,03843	0,03843	0,03843	0,02210
Energia ativa	€/kWh	€/kWh	€/kWh	€/kWh	€/kWh	€/kWh
Horas de Ponta	0,12615	0,14649	0,12870	0,12870	0,13264	0,15930
Horas de Cheias	0,11034	0,13149	0,11610	0,11577	0,11786	0,12960
Horas de Vazio	0,07186	0,09758	0,08120	0,07975	0,08359	0,09030
Horas de Super Vazio	0,06725	0,08051	0,07420	0,07319	0,07180	0,07930

Tabela 8 Valores Médios mensais dos consumos do ano 2015

Valores médios mensais e imposto de energia	
Consumo nas horas de Ponta	4843 kWh
Consumo nas horas de Cheias	13752 kWh
Consumo nas horas de Vazio Normal	2568 kWh
Consumo nas horas de Super-Vazio	1054 kWh
Potência Contratada	151 kW
Potência em horas de Ponta	39,81 kW
Taxas/Impostos extras (€)	27,19 €

Tabela 9 Propostas de 5 Fornecedores e o atual (GNF)

Custo /Fornecedor	<u>Ecochoice</u>	<u>GasNatural Fenosa</u>	Iberdrola	Energia Simples	Galp	EDP
Custo E. h. Ponta	610,94 €	709,45 €	623,29 €	623,29 €	642,38 €	771,49 €
Custo E. h. Cheias	1.517,40 €	1.808,26 €	1.596,61 €	1.592,07 €	1.620,81 €	1.782,26 €
Custo E. h. Vazio	184,53 €	250,58 €	208,52 €	204,80 €	214,66 €	231,89 €
Custo E. h. Super-Vazio	70,88 €	84,85 €	78,21 €	77,14 €	75,68 €	83,58 €
Potência contratada	179,87 €	179,87 €	179,87 €	179,87 €	179,87 €	103,45 €
Potência h. Ponta	717,32 €	717,32 €	717,32 €	717,32 €	717,32 €	626,80 €
Taxas	27,19 €	27,19 €	27,19 €	27,19 €	27,19 €	27,19 €
Total (Preço s/iva)	<u>3.308,13 €</u>	<u>3.777,52 €</u>	3.431,01 €	3.421,68 €	3.477,90 €	3.626,66 €

$$Custos\ Energéticos\ (Tab.\ 9) = Tafiras\ (Tab.\ 7) \times Consumos\ (Tab.\ 8)$$

(1)

Como se pode constatar, a Ecochoice foi a que ofereceu a proposta mais vantajosa a todos os níveis. Esta mudança de comercializador significa uma poupança de quase 470 € mensais com exatamente o mesmo consumo, o que corresponde a uma redução em relação ao antigo comercializador de quase 13 %.

3.2. SUBSTITUIÇÃO DA ILUMINAÇÃO EXISTENTE POR LÂMPADAS LED;

3.2.1. HISTÓRIA E TECNOLOGIA LED

Nos dias de hoje, os sistemas de iluminação nas indústrias representam uma grande fatia nos consumos e custos da faturação da energia elétrica. Existe muito a ideia de que os sistemas de iluminação a LED têm custos muito elevados e em parte é verdade em comparação com as lâmpadas fluorescentes por exemplo, mas em termos de poupança, fazendo a comparação com estas, é notória a poupança a muito curto prazo e não só.

A tecnologia LED apesar de ter surgido em força recentemente no mercado a preços mais convidativos, já foi inventada em 1963 por Nick Holonyac, somente na cor vermelha e tinha uma baixa intensidade luminosa. Durante décadas, esta tecnologia foi muito pouco utilizada, sendo somente utilizada para indicação de estado como em rádios, televisão, entre outros, sendo que a única função era detetar se estava ligado ou não. [18] [19]

O LED é um componente eletrónico semicondutor e como a própria sigla diz é um díodo emissor de luz (*Light Emitting Diode*), que tem como principal finalidade, transformar energia elétrica em luz. A luz emitida pelo o LED é gerado de forma eletrónica no semicondutor e como tal é diferente das outras lâmpadas convencionais que utilizam o aquecimento de filamentos metálicos, característica principal das lâmpadas incandescentes e de halogéneo ou por uma descarga de gás como é característica das lâmpadas fluorescentes.

A tecnologia LED quando bem aplicada, tem uma alta eficiência energética, pois o seu fator de potência é próximo de 1. As suas tensões e correntes são baixíssimas e estas têm uma alta eficácia média pois o seu rácio Lúmen/Watt (Luz emitida/potência consumida) é muito superior em comparação com outras tecnologias como se pode observar na Figura 8. [20]

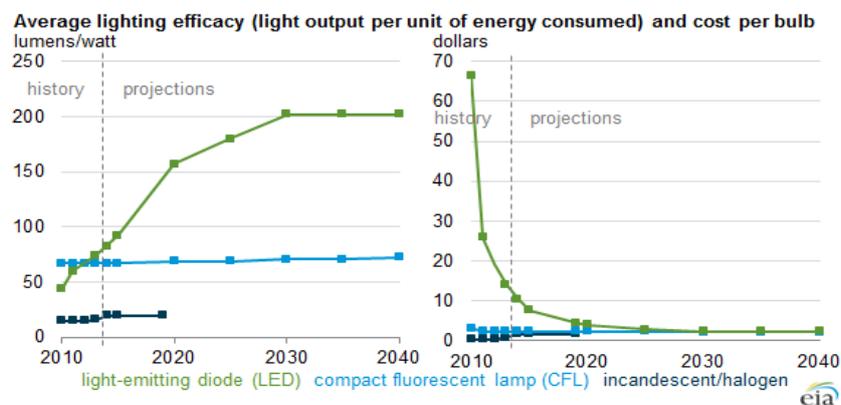


Figura 8 Projeções de eficácia média e preço da lâmpada LED (verde) e outras tecnologias até 2040

De acordo com o *U.S. Energy Information Administration*, os dois fatores decisivos pela utilização da tecnologia LED encontram-se em constante evolução como é possível observar na Figura 8. Até 2040, espera-se que a eficácia média, que agora está perto dos 100 lm/W, suba para o dobro, enquanto que o custo tem descido exponencialmente desde 2010 e que irá descer ainda mais segundo esta projeção. [20]

Como se pode visualizar na Figura 9, as lâmpadas LED mantêm durante mais tempo as suas características em pleno ou perto disso, pois a sua degradação lumínica face ao estado inicial é mais lenta do que outras tecnologias, como as lâmpadas incandescentes e as lâmpadas fluorescentes. [21]

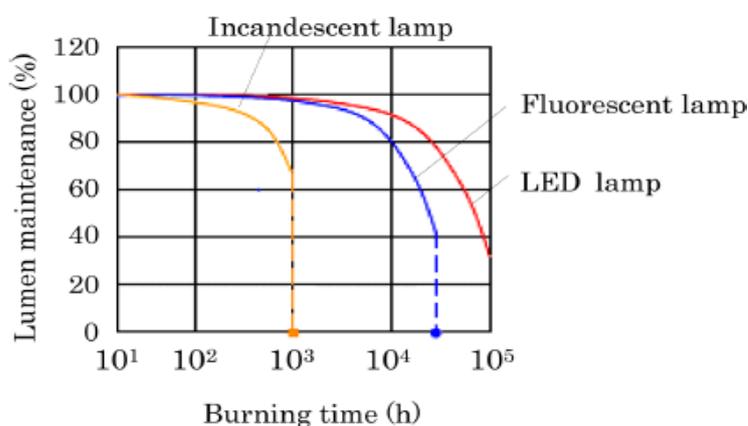


Figura 9 Lumen's em função das horas de funcionamento para as 3 tecnologias [21]

Na Tabela 10, são apresentadas as vantagens e desvantagens da tecnologia LED de uma forma genérica.

Tabela 10 Vantagens e Desvantagens da Tecnologia LED [22]

Vantagens	Desvantagens
Baixo Consumo	Fiabilidade
Tempo de Vida	Preço
Robustez	Qualidade da Luz
Temperatura	Projeção da Luz
Cor	

3.2.2. SUBSTITUIÇÃO POR LÂMPADAS LED

Para melhorar a instalação luminosa, é proposto a substituição de toda a iluminação fluorescente, em todo o edifício por um sistema todo a lâmpadas LED.

Este sistema a lâmpadas LED resolve dois dos principais problemas, sendo o primeiro o ruído do funcionamento visto que estas não fazem nenhum tipo de barulho e o segundo, o aumento do fator de potência, porque estas lâmpadas ao contrário das outras têm um fator de potência próximo de 1. De seguida escolhe-se o tipo de luminária e respetiva potência:

Armazém:

- Substituição de 210 lâmpadas fluorescentes de 58W por lâmpada 22 W 1500 mm OPAL 2300 lm, sem substituição da armadura, 10 € cada.

Laterais do Armazém, Wc e Refeitório:

- Substituição de 20 lâmpadas fluorescentes de 36 W por lâmpada 18 W 1200 mm OPAL 1800 lm, sem substituição da armadura, 8 € cada.

Escritórios:

- Substituição de 40 lâmpadas fluorescentes de 18 W por lâmpada LED 9W 600mm OPAL 900 lm, sem substituição da armadura, 5 € cada;
- Substituição de 4 lâmpadas *Downlight* com 1 lâmpada TC-T de 26 W por *Downlight* LEDV12 W 57/LED-DW170-R/NW, 7.5 € cada. Não considerado no cálculo da poupança, pois a diferença é desprezável visto tratar-se da substituição de 4 lâmpadas.

Outra das medidas, será utilizar sensores de movimento nos *WC's* e em espaços de passagem não frequente, bem com a utilização de interruptores crepusculares em conjunto com interruptores horários para comando da iluminação exterior, de forma a otimizar a utilização da iluminação durante os períodos noturnos. É de vital importância também a limpeza das luminárias e difusores, que deverá repetir-se pelo menos 1 vez por ano, de forma a aumentar o nível de iluminância e consequentemente o conforto visual nos espaços, com a mesma potência elétrica. Isto tudo rondará um investimento aproximado de 3060 €.

3.3. COMPENSAÇÃO DA ENERGIA REATIVA

3.3.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Na Renopel, a compensação da energia reativa é um dos problemas mais urgentes e com uma resolução simples. O fator de potência da empresa é baixo, e por isso esta sofre uma grande penalização na fatura energética porque este problema é proporcional à enorme quantidade de energia reativa consumida, pois não é respeitado o limite do fator de potência estabelecido por lei.

Segundo o tarifário publicado pela ERSE, a empresa não sofre quaisquer penalizações de consumo de energia reativa fora das horas de vazio, se a bateria de condensador utilizada possuir um valor de fator de potência superior a 0,9787. [24]

Assim, a forma considerada mais simples e económica de resolver esta situação, consiste em ligar baterias de condensadores a cada quadro parcial. Estas funcionam como geradores de energia reativa, pois alimentam todas as cargas existentes na empresa de forma a manter todas as suas características, como por exemplo o campo eletromagnético.

Como a potência passa a ser fornecida pela bateria de condensadores e não pela rede, temos uma diminuição da corrente de entrada e só por isso o fator de potência será melhor, (maior) havendo deste modo uma grande poupança na fatura energética.

3.3.2. DIMENSIONAMENTO DA BATERIA DE CONDENSADORES

Neste caso, pretende-se instalar uma bateria de condensadores junto ao quadro geral da instalação, cujo o custo não fosse demasiado elevado e que tivesse uma grande longevidade.

Para tal, procedeu-se ao dimensionamento deste mesmo aparelho, recorrendo-se à potência consumida em plena carga mais uma pequena reserva, ao fator de potência inicial e ao fator de potência final pretendido e recomendado pela ERSE. [24] Toda esta informação e cálculos para saber qual a capacidade mínima da bateria de condensadores, encontra-se na Tabela 11.

Tabela 11 Cálculo para o dimensionamento da bateria de condensadores

Dimensionamento Bateria de Condensadores		Quadro Geral
Potência Consumida em plena carga (kW)		151
Fator de Potência Inicial		0,75
Fator de Potência Final		0,97
Plena Carga	S inicial (kVA)	201,33
	S final (kVA)	155,67
	Q inicial (kVAr)	133,17
	Q final (kVAr)	37,84
	Qc-Capacidade mínima necessária para bateria (kVAr)	95

Fórmulas Utilizadas para obter os dados da Tabela 11:

$$S_{inicial} = \frac{\text{Potência Consumida}}{\text{fator de potência inicial}} \quad (2)$$

$$S_{final} = \frac{\text{Potência Consumida}}{\text{fator de potência final}} \quad (3)$$

$$Q_{inicial} = \sqrt{S_{inicial}^2 - P_{consumida}^2} \quad (4)$$

$$Q_{final} = \sqrt{S_{final}^2 - P_{consumida}^2} \quad (5)$$

$$Q_c = Q_{inicial} - Q_{final} \quad (6)$$

Onde:

Qc corresponde à capacidade mínima da bateria de condensadores a instalar.

Tendo em conta estes dados, o dimensionamento das baterias será realizado com o objetivo de colocar a instalação com um valor de $\text{tg } \phi$ inferior a 0,3. [24]

A nível económico e longevidade da bateria, optou-se por escolher uma da Italfarad PFC7 (Figura 10) com uma potência nominal de 105 kVAr, com um preço de 5500 €. Esta bateria consiste num funcionamento automático de 5 módulos de (7,5+15+30+30+22,5) kVAr, sendo a própria bateria a controlar qual os módulos a utilizar para compensar o fator de potência. Assim, com este funcionamento, garantimos uma maior longevidade da bateria de condensadores.



Figura 10 Bateria de Condensadores Instalada

3.4. PLANO DE OTIMIZAÇÃO/CONSTRUÇÃO DE UM NOVO TÚNEL DE SECAGEM EFICIENTE

3.4.1. OBJETIVO

Esta proposta surgiu como uma urgente necessidade de mudança por parte da Renopel e por isso foi implementada de imediato. O objetivo é claro, reduzir a temperatura interior da Renopel assim como o consumo energético.

3.4.2. DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO IMPLEMENTADA

Esta solução consiste na implementação de 4 ventiladores de 1,1 kW ligados em série a funcionar a 75%, em que à frente destes, foram instalados 3 radiadores de camião (Alimentação calorífica) para que houvesse uma libertação forçada de calor como se pode observar na Figura 11. Toda esta implementação foi feita numa estrutura aberta em que o ar húmido é expelido de forma natural, não necessitando assim de um ventilador de extração de ar húmido. A instalação foi feita a 3 metros do chão, pois assim a extração da humidade não fica em contato direto com as pessoas e a ligação por condutas aos 2 painéis de ar quente fica mais facilitada.

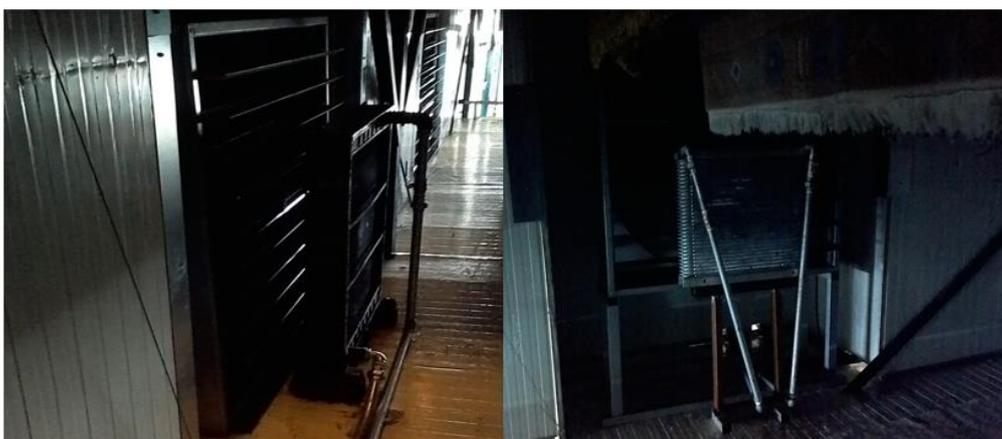


Figura 11 Radiadores de Camião à frente aos ventiladores de 1,1 kW

Quanto à alimentação calorífica este túnel de secagem teve duas fases e a parte mais complicada foi obter uma temperatura razoável dentro do túnel. A ideia principal é aproveitar o retorno de vapor proveniente da caldeira que iria ser desperdiçado através de uma chaminé. A 1ª fase consistiu em fazer um aproveitamento dos condensados (retorno de vapor) da secção dos tapetes e das peles que estavam ligados a um depósito (nº 1) (ligação já existente). Em conjunto com este duplo retorno dos condensados, ligou-se ao depósito uma torneia de água da companhia com dois sensores de nível, para termos sempre uma quantidade de água aceitável. Posteriormente fez-se a ligação do depósito (nº 1) a uma bomba de água (na vertical) e desta ligou-se aos radiadores de camião. Contudo surgiu um problema, a temperatura da água que alimentava os radiadores que estavam no túnel de secagem era baixíssima, (não ia além dos 40 °C) pois havia um choque térmico elevado entre a temperatura da água que vinha da companhia e os retornos dos dois condensados das duas secções.

Para a resolução deste problema foi necessária uma 2ª fase na instalação. Nesta fase decidiu-se instalar um segundo depósito (nº 2), mas alterou-se significativamente a instalação feita anteriormente. Como o retorno do condensado da secção das peles é o mais forte, desviou-se a ligação que este fazia ao depósito já existente (nº 1) e ligou-se ao depósito nº 2. Após esta alteração, decidiu-se fazer a alimentação do túnel de secagem através do depósito nº 2, sendo que o depósito nº 1 servia simplesmente como um pré-aquecimento da água pois aloca a água vinda da companhia mais o retorno do condensado da secção dos tapetes. Foi feita também uma ligação entre os dois depósitos para que houvesse o transporte de água do depósito nº 1 para o depósito nº 2. Outra das alterações foi mudar a ligação que alimentava a bomba de água ao depósito nº 1 e alterou-se para o depósito nº 2.

Esta solução foi muito eficaz pois a temperatura à saída do condensado nº 2, bomba de água e o 1º radiador implementado no túnel de secagem era superior a 80 °C (Figura 12). Tudo isto é possível com um trabalho constante da fábrica, sendo que na 1ª hora do dia laboral, a temperatura é mais baixa. Estas ligações encontram-se designadas no Anexo A.



Figura 12 Temperaturas à saída do Depósito nº2 e da bomba de água

Como “combustível” extra são utilizados 2 painéis de ar quente que estão no telhado e assim é conseguido uma poupança no consumo de Gás Natural elevadíssima como se vai poder comprovar no próximo capítulo.

Recapitulando, temos uma libertação do ar quente na ventoinha principal (radiador principal) do túnel de secagem à mesma temperatura do depósito nº 2 (82 °C). Esta temperatura vai sendo reduzida à medida que chega aos outros radiadores que estão ligados em série atingindo um mínimo de 50°C. A temperatura no Túnel de Secagem (ponto médio) situa-se neste momento nos 45°C.

Na Tabela 12 é apresentado o Orçamento final do novo Túnel de Secagem instalado na Renopel em que, os primeiros 4 pontos foram executados pela Chatron Lda [25].

Tabela 12 Orçamento para o novo Túnel de Secagem

Instalação do novo Túnel de Secagem	
1º - Desmontagem de ventiladores, condutas, grelhas, quadro elétrico, caixas de ventilação	1.980,00 €
2º - Fornecimento de 4 novos ventiladores de 1,1 kW cada	5.064,00 €
3º - Retoma de um ventilador centrífugo antigo que estava fora de funcionamento de 5,5 kW	- 1.500,00 €
4º - Montagem do novo local e montagem dos painéis solares (já existentes) e ventilador dos painéis solares	2.650,00 €
5º - Compra de 3 radiadores para colocar em frente de 3 dos 4 ventiladores.	950,00 €
6º - Ligação dos radiadores aos condensados que é de onde provem o calor (vapor)	950,00 €
Investimento Total	10.094,00 €

Na Figura 13 é apresentada a forma final do novo túnel de secagem e como são pendurados os materiais que se pretende secar.



Figura 13 Novo túnel de Secagem e sua aplicação

3.5. PROPOSTA DE MELHORIA DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA;

3.5.1. SECÇÃO DAS CANALIZAÇÕES

O Dimensionamento das canalizações que se segue poderia ter sido aplicado no início da instalação, mas tal não sucedeu, o que em caso de mudança só é viável e aplicável em nova instalação com tudo igual ao que tem neste momento na Renopel.

As secções de algumas canalizações estão sobredimensionadas quase o dobro do que seria necessário para uma situação normal. Com a canalização sobredimensionada não existe qualquer inconveniente se houver um aumento de potência porque estas estão preparadas.

As canalizações que se encontram na Renopel neste momento, permitem as seguintes vantagens: otimização das perdas do ponto de vista económico, não existe sobreaquecimento em regime de curto-circuito; funcionamento à corrente nominal sem sobreaquecimento com as devidas proteções e a queda de tensão admissível não excedida. [26]

Em termos económicos esta canalização só será rentável se houver necessidade de um grande aumento de potência na unidade fabril.

3.5.2. REDE DE DISTRIBUIÇÃO

A rede de distribuição de qualquer indústria é composta por quadros gerais e parciais, dispositivos de comando, dispositivos de proteção, cabos elétricos e equipamentos que garantem a transmissão de potência, entre o ramal de distribuição e outros dispositivos como os motores, lâmpadas etc. [26]

O projeto elétrico efetuado na Renopel em 2001 aprovado pela Certiel assumiu um papel importante, pois teve em atenção a influência das perdas energéticas apesar de estar sobredimensionado ao nível das proteções. Apesar disso, este dimensionamento permitiu, entre outros, que os cabos funcionassem à corrente nominal sem sobreaquecimento, que não se ultrapasse a tensão máxima estabelecida, entre outros.

Com base na aplicação de vários critérios, a informação fornecida através das Tabelas 13 e 14, dá-nos uma secção técnica mínima que por vezes pode não ser a mais económica. Efetivamente, uma vez que as perdas nos cabos diminuem com o aumento da sua secção,

por vezes é justificável economicamente um sobredimensionamento, mas ligeiro, visto que exige um acréscimo de investimento na instalação. O que aconteceu na Renopel foi que na instalação, houve um grande sobredimensionamento, pois as proteções foram para o dobro do que era necessário. O I_b é a corrente de serviço, o I_n a corrente nominal e o I_z a corrente máxima admissível. O I_2 é igual a $1.6 * I_n$.

Tabela 13 Dimensionamento das Canalizações

Origem	Destino	Potência (kW)	cos (fi)	I_b	I_n	I_z	I_2	$1,45 * I_z$	Cabo
Q. Geral	Q.P.1	40	0,75	77	100	134	160	194	VV-3x50+2G25
Q. Geral	Q.P.2	57	0,75	110	125	171	200	248	VV-3x70+2G35
Q. Geral	Q.P.3	10	0,85	17	50	89	80	129	VV-3x25+2G16
Q. Geral	Q. Escrit.	10	0,85	17	50	89	80	129	VV-3x25+2G16

Tabela 14 Condições de Sobrecarga e local onde se tirou o I_z

$I_b < I_n < I_z$	$I_2 < 1,45 * I_z$	Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão [27]
Confere para todas as canalizações		Quadro 52-C3 -> Método B

3.5.3. COMPARAÇÃO COM A INSTALAÇÃO ATUAL

Na Tabela 15 é comparado o I_n (corrente nominal) atual com o I_n para uma solução futura (Disjuntores) em que ambas dão garantias de segurança, mas a solução futura só compensa em novas instalações ou avarias dos atuais.

Tabela 15 Comparação dos I_n , atual VS solução futura

Origem	Destino	I_n (Atual)	I_n (Solução futura)
Q. Geral	Q.P.1	200	100
Q. Geral	Q.P.2	125	125
Q. Geral	Q.P.3	80	50
Q. Geral	Q. Escrit.	50	50

Como se pode observar só a canalização com origem no Q. Geral e com destino ao Q.P.2 não está sobredimensionada. Esta situação só acontece pois houve um grande incremento de máquinas no Q.P.2 já previsto no início do projeto. Todos estes quadros estão protegidos por disjuntores reguláveis que são dispositivos com um elevado custo e cuja a sua instalação acarretou um enorme encargo financeiro para a Renopel. Por isso, como há canalizações sobredimensionadas para o dobro do necessário, não era preciso instalar um disjuntor regulável tão dispendioso e com uma corrente nominal tão alta. Os disjuntores têm um poder de corte de 6 kA para ambos os casos, o que cumpre perfeitamente pois a corrente de curto circuito máximo à entrada da instalação ($I_{cc\ máx}$) era bastante inferior a este valor, o que é uma das condições impostas. (Valor atual da potência de curto circuito a confirmar pela EDP Distribuição).

3.6. MONITORIZAÇÃO DE QUALIDADE DE ENERGIA

3.6.1. INTRODUÇÃO

A gestão meticulosa dos recursos disponíveis nunca teve tanta importância como agora. A energia, é fundamental para o funcionamento das organizações, tal como os recursos, esta deve ser gerida minuciosamente e continuamente. A fatura energética não pode continuar a ser vista como uma inevitabilidade relativamente à qual não há nada a fazer senão pagar. (28)

Parte integrante de uma política ativa de gestão de energia, o sistema de monitorização mostra-se fundamental no sentido de conhecer em pormenor a forma como a energia está a ser consumida. Possibilitando uma análise qualitativa, e não apenas quantitativa como é possível através das faturas de energia. Este tipo de sistema permite ainda o conhecimento dos padrões de consumo parciais da instalação, sejam estes setores ou mesmo equipamentos específicos.

É também, senão a única, a melhor e mais assertiva forma de perceber a eficácia das medidas de eficiência implementadas, bem como para a verificação e controlo do sucesso das políticas de gestão de energia da organização.

A maioria das empresas subestima o impacto de energia de fraca qualidade nas suas organizações. Muitas culpam os serviços públicos locais apesar dos peritos em energia

concordarem que pelo menos 2/3 dos problemas de energia tem na verdade origem no interior das instalações. A Qualidade de Energia Elétrica (QEE) tem como principal preocupação a continuidade de serviço, ou seja, na duração e no número de interrupções de tensão. Contudo, para além da continuidade de serviço, têm vindo a assumir importância outros parâmetros de QEE, tais como, a amplitude e a frequência da tensão, o desequilíbrio de tensões e a distorção harmónica.

Com um sistema que permita de forma fácil e transparente a emissão de “*reports*” periódicos relativos à forma como a energia é consumida, como é o caso do apresentado nesta proposta, consegue-se promover dentro da organização, as alterações de percepções e comportamentos que contribuem fortemente para uma utilização mais racional do recurso “energia”. [28] A proposta apresentada, vai exatamente neste sentido, e por isso é de vital importância que a Renopel implemente esta proposta num futuro próximo.

3.6.2. ANALISADORES DE QUALIDADE DE ENERGIA

Neste subcapítulo são descritas duas possíveis soluções, capazes de disponibilizar várias funções, consoante as suas capacidades, para solucionar os problemas apresentados, sendo a 1ª solução a mais viável.

Estas duas soluções consistem no fornecimento e instalação de um Sistema de Monitorização de qualidade e consumo de energia elétrica fixo e portátil.

3.6.2.1. ANALISADOR DE ENERGIA FIXO CVM-k2 E CVM-NET E SOFTWARE

O sistema será composto por *hardware*, os analisadores e respetivos acessórios, e software, *powerstudio* [28], que permitirá a aquisição e respetivo tratamento dos dados relativos a consumos de energia e restantes parâmetros elétricos medidos (tensão, corrente, potência ativa e reativa, harmónicos, etc.), incluindo parâmetros de qualidade de energia medidos pelo CVM-k2, nomeadamente eventos de tensão (cavas, sobretensões, etc.).

A comunicação entre os diferentes analisadores será feita através de uma rede série RS-485, e posteriormente convertidas para TCP/IP através de um conversor, que ligará à rede local onde se encontra o servidor (computador pessoal sem necessidade de grande capacidade de processamento) onde será armazenada a base de dados e o motor do *software*. [28]

O sistema proposto tem por base a análise efetuada às necessidades atuais de controlo e monitorização, podendo, no entanto, a qualquer momento serem acrescentados analisadores, bem como alterar as suas localizações até um máximo de 32 e afastado um máximo de 1200 metros.

Os analisadores permitem a aquisição dos parâmetros necessários para estabelecer o comportamento de carga e de consumo de cada um dos equipamentos, bem como de uma série de parâmetros elétricos ligados à qualidade da energia. O CVM-k2 é um analisador de qualidade de energia, permitindo, para além de medições de consumo, a leitura em tempo real e registo de históricos de todos os parâmetros relacionados com a qualidade de energia. [28]

- Software Powerstudio:

O *Powerstudio* permite a visualização dos dados históricos armazenados, bem como a parametrização dos analisadores elétricos, este pode ser acedido localmente, no computador onde está instalado, ou remotamente dentro da rede local através do servidor Web incluído, permitindo ainda a visualização dos dados dos analisadores em tempo real. [28]

As características do *Powerstudio* encontram-se no anexo B1.

- Equipamentos – Analisadores Fixos:

A proposta no que diz respeito a Analisadores Fixos, consiste em 2 tipos de analisadores: Analisador de Qualidade de Energia e Analisador de Energia vulgar.

O analisador de qualidade de energia proposta é de marca Circutor, modelo CVM-k2, Figura 14, (Para colocar no QG), trata-se de um analisador para redes trifásicas equilibradas e desequilibradas, para montagem em painel ou carril DIN, com ecrã gráfico e medições em quatro quadrantes. As características do CVM-k2 encontram-se no anexo B2. [28]

Os analisadores de energia propostos são da marca Circutor, modelo CVM-NET, Figura 14, (Para utilizar no QP1 E QP2), trata-se de um analisador para redes trifásicas equilibradas e desequilibradas, desenhado para a medida de até 230 parâmetros elétricos e para a transmissão destes através de um bus de comunicação RS-485 com protocolo *Modbus/RTU*. As características do CVM-NET encontram-se no anexo B3. [28]



Figura 14 Analisadores Fixos de energia CVM-k2 e CVM-NET [29]

Na Tabela 16 é apresentado o custo total desta solução para a Renopel:

Tabela 16 Preço da proposta dos analisadores fixos [28]

Descrição	Unidade	Valor Unitário	Quantidade	Valor Total
Analizador de qualidade de energia CVM-k2	UN	1100€	1	1100€
Analisadores de energia CVM-NET	UN	320€	2	640€
TI- MC3-250	UN	65€	2	130€
Montagem e ligação à rede local Rede de comunicações RS 485	VG	430€	1	430€
<i>Powerstudio</i>	UN	0€	1	0€
Conversor RS-485/TCP-TCP1RS+	UN	210€	1	210€
Instalação Integração dos analisadores	VG	200€	1	200€
Total				2710€

3.6.2.2. ANALISADOR DE ENERGIA FLUKE 435 SERIE II



Figura 15 Analisador de energia portátil - Fluke 435. [30]

A segunda opção encontrada para solucionar os problemas descritos é o Fluke 435 serie II (Figura 15), sendo este um aparelho portátil e equipado com funções avançadas de qualidade de potência e funcionalidades de rentabilização energética, conseguindo detetar quase todos os problemas da rede elétrica através de todas as suas funcionalidades, tais como:

- Captura de dados PowerWave:

Para alguns utilizadores, a comutação de cargas é a causa dos problemas de qualidade de potência. Quando se dá a comutação de cargas, por vezes o consumo de corrente faz com que a tensão caia para um nível que provoca o mau funcionamento de outro equipamento. Esta função permite aos utilizadores captarem os sinais de tensão, corrente e frequência simultaneamente a alta velocidade para ver qual a interação potencialmente causadora dos problemas. O *PowerWave* vai além das medições de qualidade de potência normais; o modo de captura rápida de dados do *PowerWave* permite a caracterização das dinâmicas do sistema. As formas de onda da tensão e da corrente são continuamente captadas na hora específica e são apresentadas no ecrã com grande detalhe; a forma de onda da potência deriva dos dados. Além disso, é possível armazenar e recuperar para análise valores RMS de meio ciclo relativos à tensão, corrente, potência e frequência. Esta funcionalidade é particularmente útil para testar sistemas de geradores em espera e sistemas de UPS nos quais a ativação fiável pode ser vital. [30]

- Eficiência do inversor de potência:

Os inversores de potência utilizam corrente DC e transformam-na em corrente AC, ou vice-versa. Normalmente, os sistemas de energia solar incluem um inversor que utiliza energia DC das células solares e converte-a em alimentação AC útil. Os inversores podem perder rendimento com o passar do tempo e têm de ser verificados. Ao comparar a alimentação de entrada com a alimentação de saída, pode determinar a eficiência do sistema. Este aparelho pode medir a eficiência desses inversores medindo, simultaneamente, a alimentação DC e AC de um sistema para determinar a quantidade de energia perdida no processo de conversão. [30]

- Medição de energia unificada:

Antes, apenas os peritos tinham capacidade para calcular a quantidade de energia desperdiçada devido a problemas de qualidade de potência; os utilitários conseguiam calcular o custo, mas o processo de medição necessário estava fora do alcance dos eletricitistas comuns. Com esta função, pode-se utilizar uma ferramenta portátil para determinar a energia desperdiçada e calcular com precisão os custos do consumo extra como é possível observar na Figura 16. [30]

ENERGY LOSS CALCULATOR				
0:04:25				
	Total	Loss	Cost	
Effective kW	16.3	W 44	\$ 0.00	/hr
Reactive kvar	- 4.7	W 4	\$ 0.00	/hr
Unbalance kVA	15.5	W 92	\$ 0.01	/hr
Distortion kVA	29.2	W 422	\$ 0.04	/hr
Neutral A	118	W 539	\$ 0.05	/hr
Total			\$ 964	/y
05/17/12 13:59:42 277V 60Hz 3Ø WYE EN50160				
LENGTH	DIAMETER	METER	RATE	HOLD
100 ft	4 AWG		0.10 /kWh	RUN

Figura 16 Calculadora de redução de energia [30]

- *AutoTrend*:

A função exclusiva *AutoTrend* fornece rapidamente informação acerca de alterações ao longo do tempo. Cada leitura visualizada é registrada de forma automática e contínua sem que haja necessidade de configurar níveis de limiar específicos ou intervalos de tempo, ou iniciar manualmente o processo. Podem ser vistas tendências na tensão, corrente, frequência, potência, harmônicos ou oscilações nas três fases e no neutro (Figura 17). [30]

VOLTS/AMPS/HERTZ METER				
0:00:10				
	L1	L2	L3	N
Urms _∧	233.97	240.84	255.08	3.55
	L12	L23	L31	
Urms _∆	408.41	431.05	424.98	
	L1	L2	L3	N
Arms	57	62	56	30
	L1			
Hz	50.056			
11/10/11 10:54:42 230V 50Hz 3Ø WYE EN50160				
UP	TREND	EVENTS	HOLD	
DOWN		0	RUN	

Figura 17 Medidor de Volts/Amps/Hertz [30]

- *System-Monitor:*

Com esta função, que é apresentada na Figura 18, pode-se ter uma visão global do desempenho do sistema de alimentação, verificando a conformidade da entrada de energia com os limites especificados na EN50160, ou com os limites especificados pelo próprio utilizador. A informação aparece num único ecrã, na forma de barras com código de cores que indicam claramente os parâmetros que estão fora dos limites. [30]

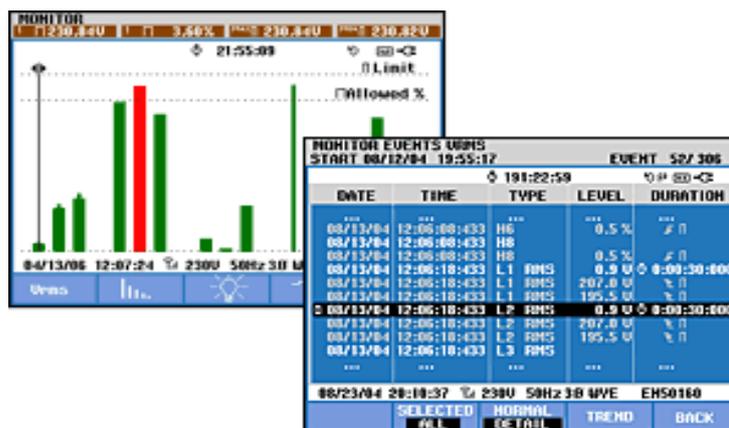
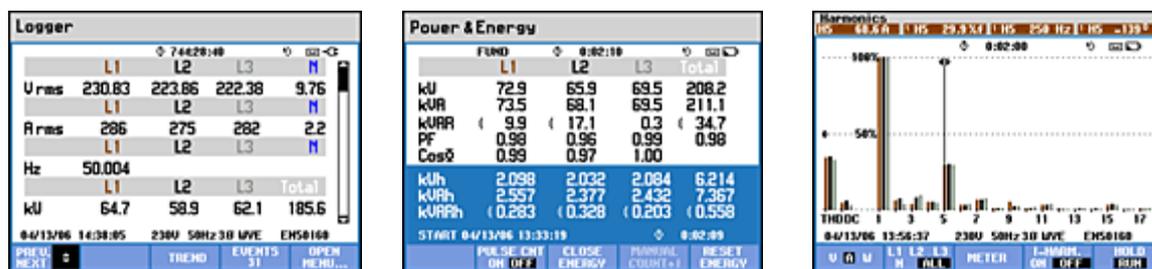


Figura 18 *System-Monitor* [30]

O ecrã de supervisão *System-Monitor*, Figura 19, apresenta informação imediata se a tensão, harmónicos, oscilação, frequência entre outras, estiverem fora dos limites estabelecidos. É fornecida uma lista pormenorizada de todas as ocorrências. [30]



A função de registo permite personalizar as seleções de medição e permite análise instantânea de parâmetros seleccionáveis pelo utilizador.

Mede e regista potência (W), VA e VAR.

Deteta harmónicos até à 50.^a e mede e regista a THD (distorção harmónica total) em conformidade com os requisitos da IEC61000-4-7.

Figura 19 Ecrã de supervisão *System* e respetivas funções [30]

O custo deste analisador portátil, Fluke-435-II, que é um analisador trifásico de qualidade elétrica, classe A, em caso de compra por parte da Renopel é de 5634 €.

3.7. PROPOSTA DE UMA AUDITORIA ENERGÉTICA SETORIAL A CALDEIRA – TÉRMICA

3.7.1. INTRODUÇÃO

Perante a anunciada escassez dos recursos energéticos disponíveis e face aos sucessivos aumentos de preço da energia, a racionalização dos consumos, de toda e qualquer forma de energia, tem tido por parte dos governos nacionais e também por parte das empresas e organizações consumidoras de energia uma importância crescente. [28]

Em resultado das preocupações cada vez maiores das organizações relativamente aos custos com energia, estas devem avaliar regularmente a sua situação energética, mediante a realização de diagnósticos energéticos e comprometer-se com a implementação de medidas de racionalização dos consumos de energia, com vista à redução/ otimização destes.

Visa-se com a aplicação desta metodologia a redução de ineficiências energéticas injustificáveis, que a nível nacional podem permitir poupanças consideráveis, e a consciencialização para a importância das poupanças de energia na estrutura de custos das organizações.

3.7.2. OBJETIVOS

Execução de auditoria energética setorial, aos consumos de energia térmica, da instalação da Renopel, localizadas na Zona Industrial da Maia. Elaboração de relatório por parte da *Enerprime consulting*, no que está incluído algumas sugestões de melhoria da eficiência energética para o que diz respeito aos consumos da Caldeira. [28]

Os objetivos específicos desta auditoria setorial são os seguintes:

- Contabilidade energética ao consumo de gás natural;
- Elaboração de indicadores de consumo versus produção;
- Ensaio aos gases de exaustão da caldeira para determinação do rendimento através do método das perdas;
- Análise e verificação da rede de distribuição de vapor;

- Elaboração de plano de racionalização, com medidas devidamente orçamentadas e quantificadas.

O custo de esta Auditoria Energética Setorial à Caldeira para a Renopel é de 900 € e é feita pela *Enerprime Consulting*.

3.8. CONCLUSÃO

Neste capítulo apresentou-se as propostas levadas a curso pela Avaliação Energética à Renopel e que a maioria destas foram exequíveis e trouxeram grandes benefícios para a empresa.

A proposta 3.5 não é exequível porque não tem o retorno económico desejado, visto que as canalizações na sua maioria estão sobredimensionadas e não subdimensionadas. A única alteração a fazer num futuro próximo é aumentar a secção das fases para 70mm² e do neutro para 35mm² para poder assim, respeitar a 2^a condição de sobrecarga na canalização que liga o Q. Geral ao Q.P.2. Contudo antes de fazer esta possível alteração deve estudar-se ao pormenor (uso de um analisador de energia acoplado ao Q.P.2) qual a real potência do Q.P.2 durante um bom período de amostragem.

Já implementadas de momento temos a proposta 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 e com sucesso e era importante que a Renopel implementasse uma das soluções da proposta 3.6 e a 3.7, pois assim iria ter uma radiografia total da empresa, podendo apostar mais na gestão de energia e na prevenção, com vista a uma maior eficiência energética no futuro.

4. ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÓMICA

Na maioria das propostas é apresentada uma viabilidade económica para avaliar os investimentos feitos pela Renopel.

As Propostas em que houve uma análise da Viabilidade económica corresponde aos subcapítulos 3.2, 3.3 e 3.4 e são as seguintes:

- Substituição de todas as lâmpadas fluorescentes do armazém e escritórios por lâmpadas LED compatíveis (3.2);
- Instalação de Baterias de Condensadores para compensação da Energia Reativa (3.3);
- Análise e plano de otimização energética do Túnel de Secagem (3.4).

4.1. VIABILIDADE ECONÓMICA DA SUBSTITUIÇÃO DA ILUMINAÇÃO

O fornecedor das Lâmpadas LED é a Becariluz (Lisboa). De seguida é apresentada uma série de Tabelas 17,18 e 19 para analisar e comparar o sistema de iluminação anterior com o atual. Nas comparações ao nível do custo diário por hora de utilização (Ponta, cheia ou vazio) estas foram calculadas com base nas tarifas da Ecochoice que só entraram em vigor em julho e que estão apresentadas na Tabela 20.

Tabela 17 Substituição tipo Lâmpadas 1

Lâmpadas	Fluorescentes de 58W com balastros ferromagnéticos (14W)	Lâmpada LED 22W 1500MM OPAL. 2300Lm (6000h)
210		
Consumo (W)	72,0	22,0
Potência total (kW)	15,1	4,6
Energia diária horas de ponta (kWh)	45,4	13,9
Energia diária horas de cheia (kWh)	105,8	32,3
Energia diária horas de vazio (kWh)	30,2	9,2
Potência Horas de ponta (€) (Mês)	263,653 €	80,561 €
Custo diário horas de ponta (€)	5,722 €	1,748 €
Custo diário horas de cheia (€)	11,678 €	3,568 €
Custo diário horas de vazio (€)	2,173 €	0,664 €
Custo anual (€)	8.331,27 €	2.545,67 €
Poupança anual (€)	5.785,60 €	

Tabela 18 Substituição tipo Lâmpadas 2

Lâmpadas	Fluorescentes de 36 W com balastros ferromagnéticos (10W)	Lâmpada LED 18W 1200MM OPAL.1800Lm (6000h)
20		
Consumo (W)	46,0	18,0
Potência total (kW)	0,9	0,4
Energia diária horas de ponta (kWh)	2,8	1,1
Energia diária horas de cheia (kWh)	6,4	2,5
Energia diária horas de vazio (kWh)	1,8	0,7
Potência Horas de ponta (€) (Mês)	16,042 €	6,277 €
Custo diário horas de ponta (€)	0,348 €	0,136 €
Custo diário horas de cheia (€)	0,711 €	0,278 €
Custo diário horas de vazio (€)	0,132 €	0,0517 €
Custo anual (€)	506,93 €	198,36 €
Poupança anual (€)	308,57 €	

Tabela 19 Substituição tipo Lâmpadas 3

Lâmpadas	Fluorescentes de 18 W com balastros ferromagnéticos (8W)	Lâmpada LEDS 9W 600MM OPAL.900Lm (6000h)
40		
Consumo (W)	26,0	9,0
Potência total (kW)	1,04	0,36
Energia diária horas de ponta (kWh)	3,12	1,1
Energia diária horas de cheia (kWh)	7,28	2,52
Energia diária horas de vazio (kWh)	0	0
Potência Horas de ponta (€) (Mês)	18,135 €	6,277 €
Custo diário horas de ponta (€)	0,394 €	0,136 €
Custo diário horas de cheia (€)	0,803 €	0,278 €
Custo diário horas de vazio (€)	0	0
Custo anual (€)	533,59 €	184,70 €
Poupança anual (€)	348,59 €	

Tabela 20 Tarifas Ecochoice utilizadas no Projeto LED

Horas de ponta (€/kWh)	Horas de cheia (€/kWh)	Horas de vazio (€/kWh)
0,12615	0,11034	0,07186

A Taxa de atualização (Ta) para esta proposta é de 3 % e considera 3 taxas: taxa de rendimento real (T1), taxa ou prémio de risco (T2) e a taxa de inflação (T3). Esta representa a remuneração mínima exigida pelo investidor. A poupança sem considerar esta taxa, é de 6443.05 € o que representa uma diminuição nos custos e nos consumos (energia ativa) com a iluminação de 69% para ambas. Nas Tabelas 21 e 22 são apresentadas a poupança e o retorno mediante o ano e alguns indicadores económicos de avaliação de projetos. [36] [23]

Tabela 21 Poupança e Retorno para o projeto LED de 2 anos

Anos (n)	Poupança real	Retorno
0	-€	-3.062,70 €
1	6.255,39 €	3.192,69 €
2	6.073,20 €	9.265,89 €

$$Poupança\ real = \frac{Poupança}{(1+Taxa\ de\ atualização)^n} \cdot \quad (7)$$

$$Retorno\ (ano1) = Retorno\ ano\ 0\ (Investimento) + Poupança\ real\ ano1. \quad (8)$$

Os Indicadores económicos, Payback [Período de Retorno Simples (PRS)], o Valor Atual Líquido (VAL) e a Taxa Interna de Rentabilidade (TIR) do projeto e encontram-se na Tabela 22.

Tabela 22 Indicadores Económicos do projeto LED

Anos	(Ganhos – Custos) = <i>Receitas líquidas</i>	Payback (PRS) (anos)	VAL (€)	TIR (%)
0	-3.062,70 €	0,48 anos	9265,89 €	176,07 %
1	6.255,39 €			
2	6.073,20 €			
Nova compra de lâmpadas a partir do 3º ano o que vai mexer nos custos pois, estas têm um tempo de vida de 6000 h e são utilizadas em média 12 h/dia na produção e 10 h/dia nos escritórios				

Formulas para o cálculo da taxa de atualização e dos Indicadores económicos:

$$Ta = [(1 + T1) \times (1 + T2) \times (1 + T3)] - 1. [23] \quad (9)$$

$$PRS = \frac{\text{Investimento}}{\text{Poupança 1 ano}}. [\text{adaptado de 36}] \quad (10)$$

$$VAL = \sum_{j=1}^n \frac{RLj}{(1+Ta)^j} - \sum_{j=0}^{n-1} \frac{Ij}{(1+Ta)^j}. [23] \quad (11)$$

$$TIR = (VAL = 0) = \sum_{j=1}^n \frac{RLj}{(1+TIR)^j} - \sum_{j=0}^{n-1} \frac{Ij}{(1+TIR)^j} = 0. [23] \quad (12)$$

Em que:

1. n é o período de análise (tempo de vida útil do projeto);
2. R_{Lj} é a receita líquida no ano j .

O PRS não contempla nenhuma taxa de atualização, sendo este o indicador económico menos realista dos 3. [23]

Na Figura 20 é apresentado o Fluxo Monetário para o tempo de vida útil do projeto LED que será de 2 anos pois de acordo com a vida útil das lâmpadas LED instaladas (6000h) e com a utilização delas na Renopel (12/dia) estas irão necessitar de ser substituídas no início do 3º ano desta instalação.

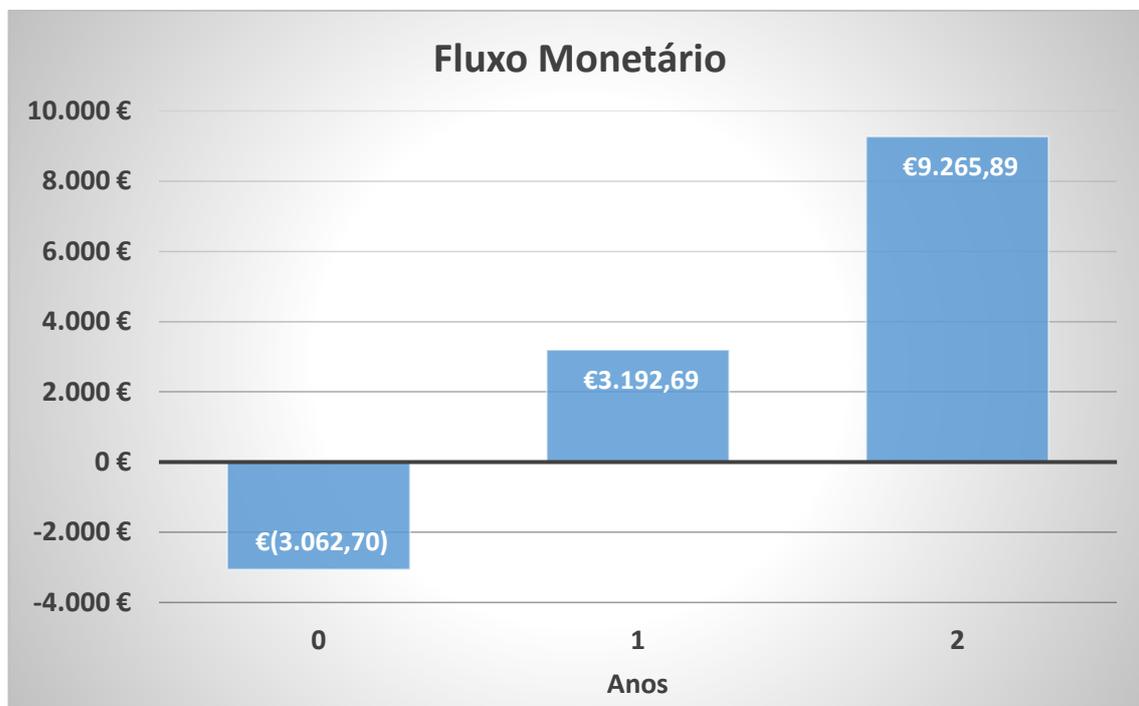


Figura 20 Fluxo Monetário do Projeto LED

Esta solução permite uma poupança de mais de 6000 € por ano, o que faz com que o valor do investimento realizado para a substituição do sistema de Iluminação, seja recuperado num período aproximado de 6 meses. Tem um VAL positivo e tem uma TIR bastante superior à taxa de atualização do projeto. Isto prova que o investimento feito na solução proposta para a substituição do sistema de Iluminação irá trazer vantagens económicas num futuro muito próximo e que a empresa terá bastantes benefícios não só em termos de fatura energética, como também na qualidade de serviço da fábrica. Os cálculos com a iluminação foram baseados nas tarifas do novo contrato com a Ecochoice.

4.2. VIABILIDADE ECONÓMICA DA COMPENSAÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA

Considerando o ano de 2015 como referência obtemos os seguintes dados da Tabela 23, que são importantes no cálculo da viabilidade económica da compensação do fator de potência.

Tabela 23 Dados dos consumos e faturação da energia reativa no ano de 2015

Energia ativa fora de vazio anual (kWh)		223.136
Energia reativa fora de vazio anual (kVArh)		170.681
Energia reativa a faturar anualmente (kVArh)		103.740
Energia reativa a faturar (kVArh)	1º Escalão	22.152,5
	2º Escalão	22.152,5
	3º Escalão	59.435
Custo/Poupança anual (€)	1º Escalão	231,12 €
	2º Escalão	693,37 €
	3º Escalão	5.580,96 €
	Total	6.505,46 €
Investimento		5.500,00 €

Como se pode constatar, a solução proposta requer um investimento na ordem dos 5500 € no equipamento para a compensação do fator de potência. Este, vai fornecer à administração uma vantagem preciosa no que respeita à fatura mensal de energia elétrica pois irá deixar de fazer parte a parcela referente ao consumo de energia reativa. Como apenas é faturada energia reativa numa situação em que $\text{tg } \phi \geq 0.3$, o valor de energia reativa a faturar é dado por: [24]

$$WR(\text{faturada}) = WRfv - 0.3 \times Wfv. \quad (13)$$

Onde: WR (faturada) é a energia reativa a faturar anualmente;

WRfv é a energia reativa total consumida fora de vazio anualmente;

Wfv é a energia ativa consumida fora de vazio anualmente.

Para cada um dos 3 escalões, existe limites na $\text{tg } \phi$ que corresponde a um fator multiplicativo (Tabela 24) sobre a tarifa regulada pela ERSE para o consumo de Energia Reativa (CTR). [24]

Tabela 24 Fator de multiplicação para cada escalão da Energia Reativa

Escalões	tg ϕ	Valor a pagar	Fator
	<0,3	Não se paga reativa	0
1º Escalão	0,3 - 0,4	Paga-se $\frac{1}{3}$ do valor	$\frac{1}{3}$
2º Escalão	0,4 - 0,5	Paga-se o valor	1
3º Escalão	>0,5	Paga-se 3x o valor	3

O Custo do 1º, 2º e 3º escalão é calculado da seguinte forma:

1º Escalão:

$$Custo\ WR1 = WR1(faturada\ 1^\circ\ escal\tilde{a}o) \times \frac{1}{3} \times CTR. \quad (14)$$

2º Escalão:

$$Custo\ WR2 = WR2(faturada\ 2^\circ\ escal\tilde{a}o) \times 1 \times CTR. \quad (15)$$

3º Escalão:

$$Custo\ WR3 = WR3(faturada\ 3^\circ\ escal\tilde{a}o) \times 3 \times CTR. \quad (16)$$

Exemplo demonstrativo para o caso do 1º escalão em que:

Custo WR1 é o valor pago no 1º escalão do custo de 2015;

WR1 (faturada 1º escalão) é o valor da energia reativa a faturar no 1º escalão;

CTR é o custo da tarifa da energia reativa que é de 0.0313 €/kVAr. [24]

A Taxa de atualização é de 5% e trata-se de uma estimativa. Nas Tabelas 25 e 26 são apresentadas as Poupanças e o Retorno para o nº de anos do projeto e os indicadores económicos de avaliação de projetos que são o *Payback*, o VAL e TIR.

Tabela 25 Poupança e Retorno para o projeto em 10 anos

Anos (n)	Poupança real	Retorno
0	-€	-5.500,00 €
1	6.195,68 €	695,68 €
2	5.900,64 €	6.596,32 €
3	5.619,66 €	12.215,98 €
4	5.352,06 €	17.568,04 €
5	5.097,20 €	22.665,23 €
6	4.854,47 €	27.519,71 €
7	4.623,31 €	32.143,02 €
8	4.403,15 €	36.546,17 €
9	4.193,48 €	40.739,64 €
10	3.993,79 €	44.733,43 €

Os Indicadores económicos, *Payback*, VAL e TIR do projeto e encontram-se na Tabela 26.

Tabela 26 Indicadores Económicos da Bateria de Condensadores

Anos	Ganhos - Custos	<i>Payback</i> (anos)	VAL (€)	TIR (%)
0	-5.500,00 €	0,85 anos	44733,43 €	107,84 %
1	6.195,68 €			
2	5.900,64 €			
3	5.619,66 €			
4	5.352,06 €			
5	5.097,20 €			
6	4.854,47 €			
7	4.623,31 €			
8	4.403,15 €			
9	4.193,48 €			
10	3.993,79 €			

Na Figura 21 é apresentado o Fluxo Monetário para o tempo de vida útil do projeto da Bateria de Condensadores que será de 10 anos.

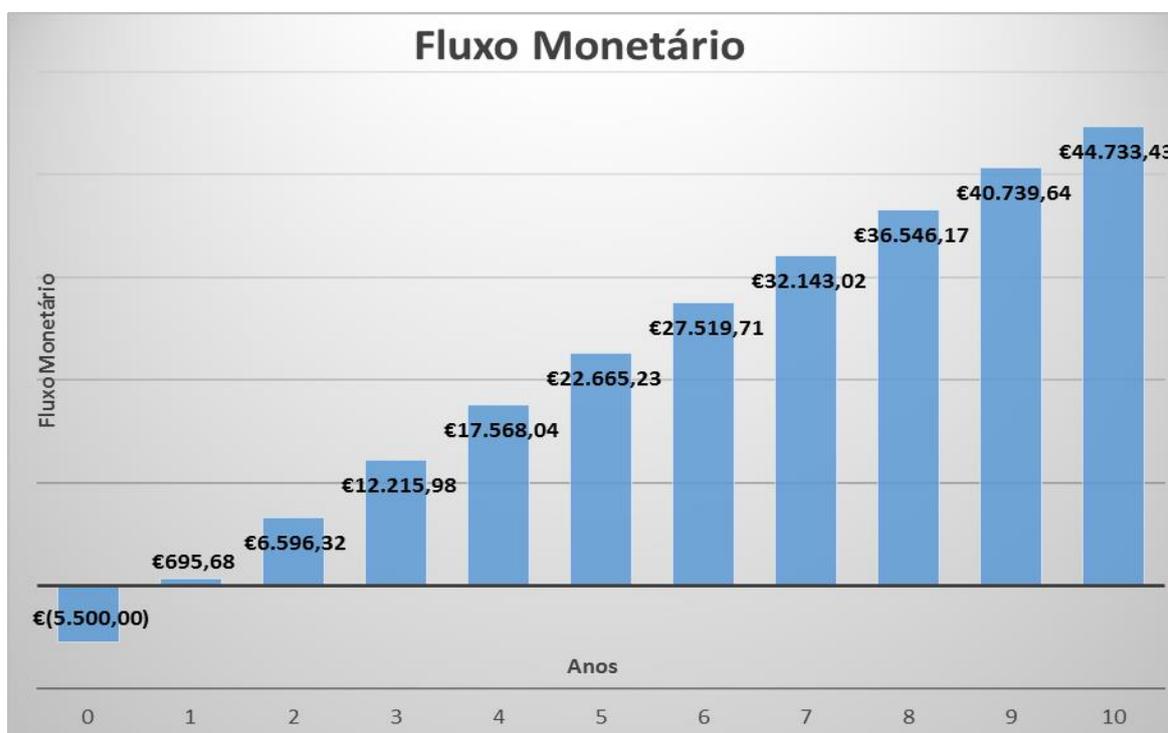


Figura 21 Fluxo Monetário da Bateria de Condensadores

Esta solução permite uma poupança de 6502,46 € por ano, o que faz com que o valor do investimento realizado para a compensação do fator de potência, seja recuperado num período inferior a 11 meses. Tem um VAL positivo e tem uma TIR bastante superior à taxa de atualização do projeto. Isto prova que o investimento feito na solução proposta para a compensação do fator de potência da instalação irá trazer vantagens económicas enormes e que a empresa terá bastantes benefícios não só em termos de fatura energética, pois não irá ser penalizada por estar a injetar energia reativa na rede como também vai ter mais qualidade de serviço.

4.3. VIABILIDADE ECONÓMICA DO NOVO TÚNEL DE SECAGEM

Para apurar a viabilidade económica deste projeto foi analisada a poupança diretamente/indiretamente ligada à construção de um novo túnel de secagem. Com esta nova construção, o secador Mega Dryer teve a sua utilização reduzida (Passou das 8h de utilização para 2h) porque com este novo espaço foi possível realizar todo o trabalho com maior eficácia. Foram analisadas 2 fontes energéticas energia elétrica e gás natural.

Tabela 27 Poupança obtida direta e indiretamente com o novo Túnel de Secagem

Energia Elétrica mais Gás	Energia mensal (kWh)	Preço (€)		Pot. Instalada (kW)	
Energia elétrica envolvida no túnel de secagem anterior mais utilização Mega Dryer (estimado a 23 dias)	2288,5	Evazio= 4,96 €	490,69 €	P1(8/dia)	10,0
		Echeia= 207,45 €			
		Eponta= 71,09 €		P2(13/dia)	1,5
		Pot.H.ponta= 207,20 €			
Energia elétrica envolvida novo túnel de secagem mais utilização Mega Dryer (estimado a 23 dias)	1506,5	Evazio= 11,57 €	410,72 €	P3(13/dia)	3,5
		Echeia= 96,44 €			
		Eponta=59,48 €		P4(2/dia)	10,0
		Pot.H.ponta= 243,23 €			
Diferença Energia Calorífica (Gás Natural) - Do Anterior para o Novo Túnel de Secagem para (abril-junho, 2015vs2016)	6763 (tabela seguinte)	Tarifa= 0,03963 €	268,02 €	Demora mais tempo a secar, mas isto não tem influência na entrega ao cliente e a poupança é notória	
Poupança conjunta	347,99 €/Mês				

Como é possível analisar na Tabela 27, no que diz respeito á energia elétrica, o anterior túnel de secagem gastava mais energia que o novo túnel apesar deste precisar de mais horas para efetuar a secagem (1 dia e meio vs. 1 dia). Quanto ao preço da energia elétrica este é calculado de acordo com a utilização nas horas de Vazio, Cheias e Ponta mais a potência instalada (P1 e P4- Mega Dryer e P2 e P3- Ventiladores) e usada nas horas de ponta, utilizada neste processo de secagem. As tarifas utilizadas neste cálculo são as praticadas pela Ecochoice apesar de a mudança de comercializador ser posterior à implementação do novo túnel de secagem. Após estes cálculos, para descobrir a poupança da energia elétrica, faz-se a diferença do preço do túnel antigo menos o novo. No que diz respeito ao gás Natural, é feita uma análise aos consumos do 1º trimestre da instalação (abril-junho 2016) e descobre-se qual a diferença/poupança de consumo comparando com o período homólogo de 2015 (Tabela 28). Com este dado, e para descobrir a poupança em €, multiplica-se este valor pela

tarifa praticada atualmente pela Galp à Renopel. Para finalizar soma-se as duas poupanças e obtém-se a poupança global por mês.

Tabela 28 Como calcular a diferença de energia calorífica (Gás Natural)

Antigo versus Novo	Consumos do gás natural (kWh)	
	2015	2016
Abril	67356	54432
Maio	58854	55258
Junho	60132	56364
Média do 1º trimestre de Instalação	62114	55351
Poupança (% e kWh)	11%	6763

Com esta nova instalação, no que diz respeito à energia elétrica, a poupança no consumo foi de 34% e no custo, rondou os 80 €/mês, o que corresponde a 16 % em comparação com a antiga instalação. A poupança poderá ser maior caso não se utilize o secador Mega Dryer (P4) em horas de ponta (260,1€ -> 53%). Quanto ao Gás Natural a poupança no consumo (kWh) foi de 11% e no custo foi de aproximadamente 268€ /mês (11%).

Para este projeto foi estimada uma Taxa de atualização a rondar os 12% pois trata-se de um projeto de risco com um investimento um pouco elevado, e necessita de mais alguns dados concretos para ver se corresponde às expectativas. Nas Tabelas 29 e 30 são apresentadas diversas informações tais como, a poupança e retorno em cada ano do projeto e os indicadores económicos de avaliação de projetos que são, o *Payback*, o VAL e a TIR.

Tabela 29 Dados com a Poupança e Retorno para o novo Túnel de Secagem

Anos (n)	Poupança real	Retorno
0	0 €	-10.094,00 €
1	3.728,43 €	- 6.365,57 €
2	3.328,96 €	-3.036,61 €
3	2.972,28 €	-64,33 €
4	2.653,82 €	2.589,49 €
5	2.369,49 €	4.958,98 €
6	2.115,61 €	7.074,59 €
7	1.888,94 €	8.963,53 €
8	1.686,55 €	10.650,08 €
9	1.505,85 €	12.155,93 €
10	1.344,51 €	13.500,44 €

Os Indicadores económicos, Payback, VAL e TIR do projeto e encontram-se na Tabela 30.

Tabela 30 Indicadores Económicos do novo Túnel de Secagem

Anos	Ganhos - Custos	Payback (anos)	VAL (€)	TIR (%)
0	-10.094,00 €	2,42 anos	13500,44 €	24,94 %
1	3.728,43 €			
2	3.328,96 €			
3	2.972,28 €			
4	2.653,82 €			
5	2.369,49 €			
6	2.115,61 €			
7	1.888,94 €			
8	1.686,55 €			
9	1.505,85 €			
10	1.344,51 €			

Na Figura 22 é apresentado o Fluxo Monetário para o tempo de vida útil do projeto do Túnel de Secagem que foi estimado em 10 anos.

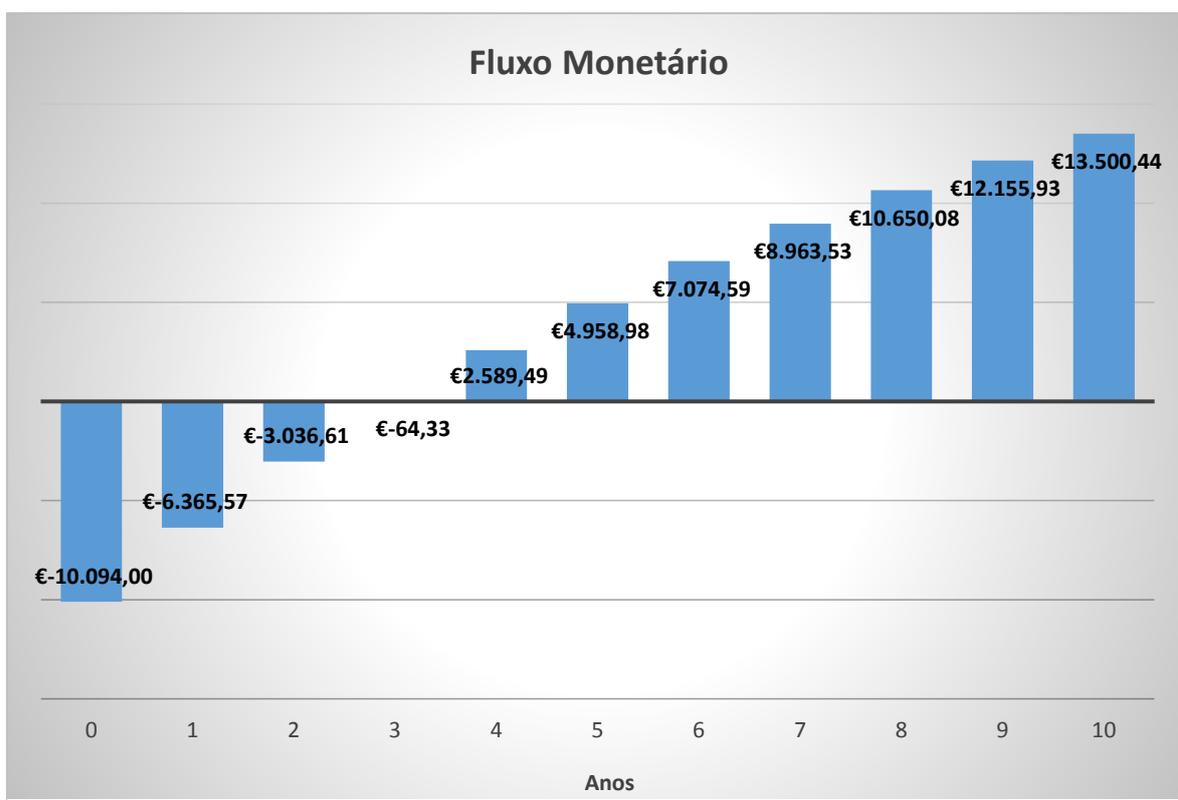


Figura 22 Fluxo Monetário do Projeto do novo Túnel de Secagem

Este projeto é viável, pois como se pode comprovar, todos os indicadores económicos são positivos e animadores. O *Payback* (anos) é de aproximadamente 3 anos para um projeto de vida útil de 10 anos (estimativa), o VAL (€) é positivo e situa-se nos 13 mil euros e a TIR (%) é bastante superior à taxa de atualização para um projeto com vida útil estimada de 10 anos.

4.4. CONCLUSÃO

Após a análise deste capítulo, pode-se concluir que todas as propostas são viáveis economicamente e todas têm o retorno do investimento baixo, pois a redução dos consumos é notória e a Renopel deixou de ser penalizada por causa do Consumo de Energia Reativa.

Resumindo, com a soma do Investimento conjunto (I) destas 3 propostas e com a soma da Poupança (P1) obtida no 1ºano com as mesmas, calcula-se o *Payback* ou Período de Retorno Simples.

$$I=18657 \text{ € e } P1=17124 \text{ €}$$

$$PRS = \frac{I}{P1} = \frac{18657}{17124} = 1,09 \text{ anos.} \quad (17)$$

A Renopel recuperará todo o Investimento feito no conjunto destas 3 propostas em pouco mais que 1 ano e 1 mês.

Nota: As Lâmpadas escolhidas têm poucas horas de utilização (6000h), tendo por isso menor custo em comparação com lâmpadas com maior numero de horas de utilização. A Renopel preferiu um retorno mais rápido do investimento, em detrimento de um maior valor no futuro em termos de Valor Atual Liquido pois o tempo de vida do projeto iria ser maior.

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS

Neste capítulo pretende-se verificar o sucesso das medidas implementadas anteriormente, através da análise e comparação dos consumos e custos de gás e energia elétrica em 2015 versus 2016, com o objetivo de observar quais as principais variações e entender a sua importância a nível da poupança e eficiência energética da empresa.

Ao longo deste capítulo será apresentada toda a informação pertinente em forma de tabelas e gráficos comparativos, sendo possível verificar que após a implementação de algumas medidas a partir de março de 2016, há efetivamente uma diminuição dos consumos energéticos e da faturação energética, apesar do aumento de volume de vendas comparativamente com o ano anterior.

As principais medidas implementadas foram: a substituição do túnel de secagem por um túnel de maior eficiência, a troca das lâmpadas fluorescentes para lâmpadas LED, a instalação da bateria de condensadores e a redução das tarifas associadas aos respetivos contratos de energia.

5.1. ANÁLISE DE TODOS OS CONSUMOS ENERGÉTICOS E RESULTADOS OBTIDOS

Neste subcapítulo, são apresentados todos os consumos energéticos divididos em duas fontes de energia, a energia elétrica e o gás natural. A avaliação destas é feita através das respetivas faturas, sendo que o foco principal estará na energia elétrica apesar de o gás natural ter um maior consumo.

O gás natural é utilizado como combustível numa caldeira de vapor (produção de vapor saturado) e alimenta todas as máquinas que necessitam do vapor para o seu funcionamento.

A energia elétrica é fornecida em BTE pela Gás Natural Fenosa. Esta energia é na sua maioria utilizada como força motriz de acionamento da maior parte dos equipamentos do processo produtivo (Motores) na climatização/secagem e na iluminação.

5.1.1. CONSUMOS DE GÁS NATURAL EM 2015 E 2016

O gás natural é consumido pela Caldeira de vapor e depois alimenta todas as máquinas que necessitam deste. Em dezembro de 2015 mudou-se de fornecedor desta fonte de energia com vista à redução da fatura. O atual fornecedor de gás natural desde dezembro de 2015 é a Galp Energia.

Nos anos 2015 e 2016 a Renopel teve os seguintes consumos, expressos na Tabela 31 e os custos praticados à data pela Gold Energy e **Galp Energia**. Na Tabela 32 é apresentada o total dos consumos e custos de janeiro a julho de 2015 e também para o mesmo período homólogo de 2016 e é feita a respetiva média mensal para este período de tempo. Nas Figuras 23 e 24 é expresso, em forma de gráficos, as variações do consumo e custo do gás para este mesmo período.

Tabela 31 Consumos e custos mensais do gás natural 2015 e 2016

Gás Natural				
Meses	Consumo (m ³)	Energia (kWh)	Consumo específico (€/kWh)	Custo (€) [s/iva]
Janeiro 2015	7636	89515	0.058253	5780.63
Fevereiro 2015	5034	59863	0.058253	4006.08
Março 2015	6153	73284	0.058253	4802.77
Abril 2015	5752	67356	0.056598	4395.65
Mai 2015	5031	58854	0.056598	3833.81
Junho 2015	5152	60132	0.056058	3863.09
Julho 2015	6317	73528	0.051951	4349.69
Agosto 2015	5401	62703	0.047069	3440.32
Setembro 2015	7305	85530	0.053579	5145.83
Outubro 2015	7021	81612	0.052069	4791.54
Novembro 2015	6913	80356	0.052069	4696.02
Dezembro 2015	5164	60561	0.044526	3341.20
Janeiro 2016	6850	80836	0.043023	3989.16
Fevereiro 2016	4563	53890	0.043023	2829.33
Março 2016	5634	66693	0.042440	3341.20
Abril 2016	4658	54432	0.039991	2643.34
Mai 2016	4768	55258	0.039991	2698.04
Junho 2016	4852	56364	0.039158	2646.65
Julho 2016	4394	51706	0.034912	2118.36

Tabela 32 Total de consumos e custos anuais do gás natural em 2015 e 2016

Totais Gás Natural	Consumo (m ³)	Energia (kWh)	Custo (€) [s/iva]
Totais 2015	72879	853294	52446.63
Média mensal (jan-jul) 2015	5867,86	68933,14	4433,10
Totais 2016 (jan-jul)	35719	419179	24262.17
Média mensal (jan-jul) 2016	5102.71	59882.71	3466.02

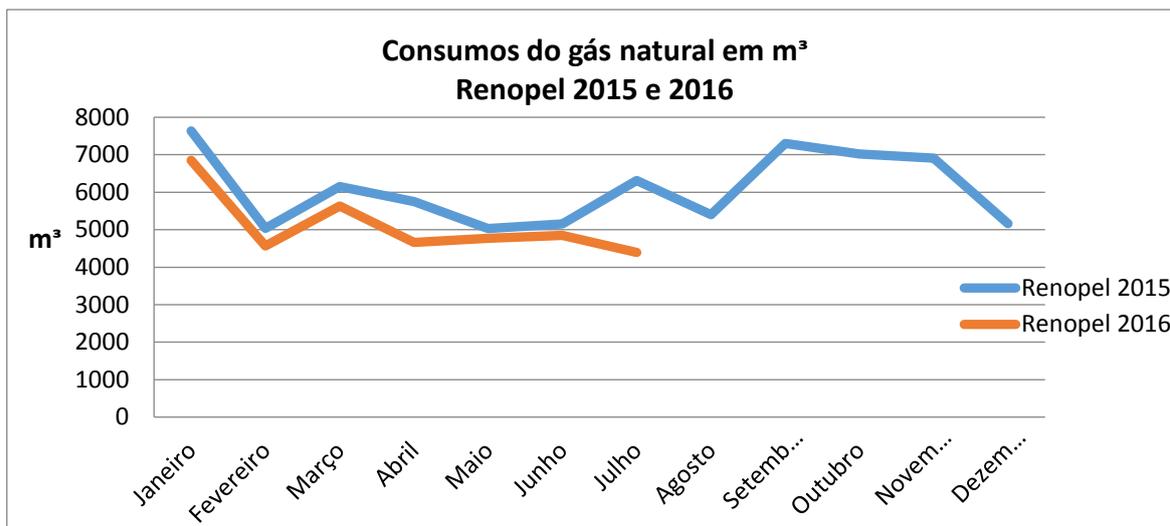


Figura 23 Consumos do gás natural em m³ 2015 e 2016

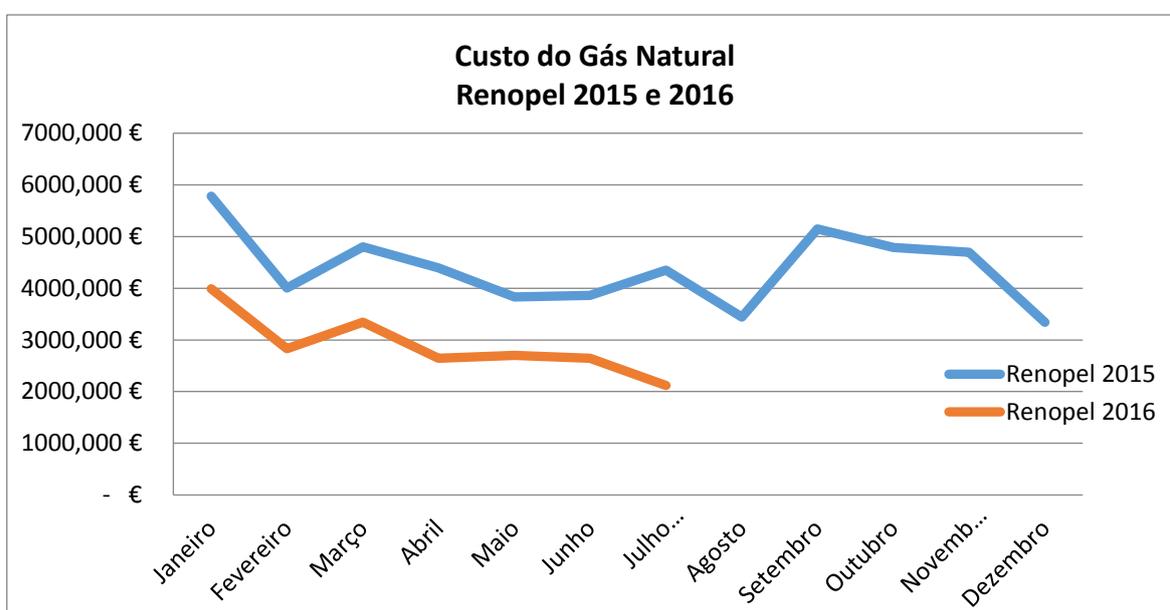


Figura 24 Custos do gás natural em € 2015 e 2016

Tendo em conta as Figuras 23 e 24, bem como a Tabela 32, pode-se concluir que comparando o ano de 2015 com 2016, o consumo do gás natural e o custo do mesmo é menor em todos os meses. A poupança mensal (%) comparando os anos de 2015 e 2016 de janeiro a julho, está em 13% no que diz respeito ao consumo mensal de gás e 22% no que diz respeito ao custo mensal deste. A redução do consumo foi possível, porque houve a troca do túnel de secagem, o que influenciou o consumo principalmente desde março de 2016. Quanto ao custo, a redução deve-se ao facto de o consumo ter diminuído, mas também ao preço das

tarifas do gás natural, pois em 2015 o gás natural era fornecido pela Gold Energy e em 2016 passou a ser fornecido pela Galp com tarifas muito mais vantajosas para a Renopel.

5.1.2. CONSUMOS DA ENERGIA ELÉTRICA EM 2015 E 2016

Neste ponto, serão apresentados os consumos de energia e respetivos custos de 2015 e 2016. Estes dados têm origem nas faturas mensais de energia elétrica.

O custo total da fatura de energia elétrica, é composto por quatro parcelas, nomeadamente, termo tarifário fixo, custos de potência, Energia Reativa e Energia Ativa. Em julho de 2016 mudou-se de fornecedor desta fonte de energia com vista à redução dos custos energéticos. O atual fornecedor da energia elétrica é a Ecochoice.

A Renopel teve os seguintes consumos e custos/parciais e totais praticados à data pela Gás Natural Fenosa e a Ecochoice, expressos na Tabela 33 e Figura 25 em 2015 e em 2016 expressos na Tabela 35 e Figura 26.

- **2015:**

Tabela 33 Consumos da Energia Elétrica em 2015

2015	Ponta (kWh)	Cheia (kWh)	Vazio (kWh)	Super-Vazio (kWh)	Total (kWh)
Janeiro	5161	17775	3704	2236	28876
Fevereiro	4224	13796	2884	973	21877
Março	4958	14798	2870	1347	23973
Abril	5465	13503	2714	988	22670
Maió	5769	14645	2050	656	23120
Junho	4914	12333	2020	732	19999
Julho	4498	11378	2012	744	18632
Agosto	4809	12300	2451	1008	20568
Setembro	4855	12727	2011	647	20240
Outubro	5101	14962	2530	956	23549
Novembro	4932	15919	3142	1488	25481
Dezembro	3427	10887	2430	877	17621
Anual (kWh)	58113	165023	30818	12652	266606
Media Mensal (Jan-Jul) (kWh)	4999	14032	2608	1096	22735
Media Mensal (Jan-Jul) (€)	710,23 €	1.790,43 €	249,50 €	86,09 €	2.836,24 €

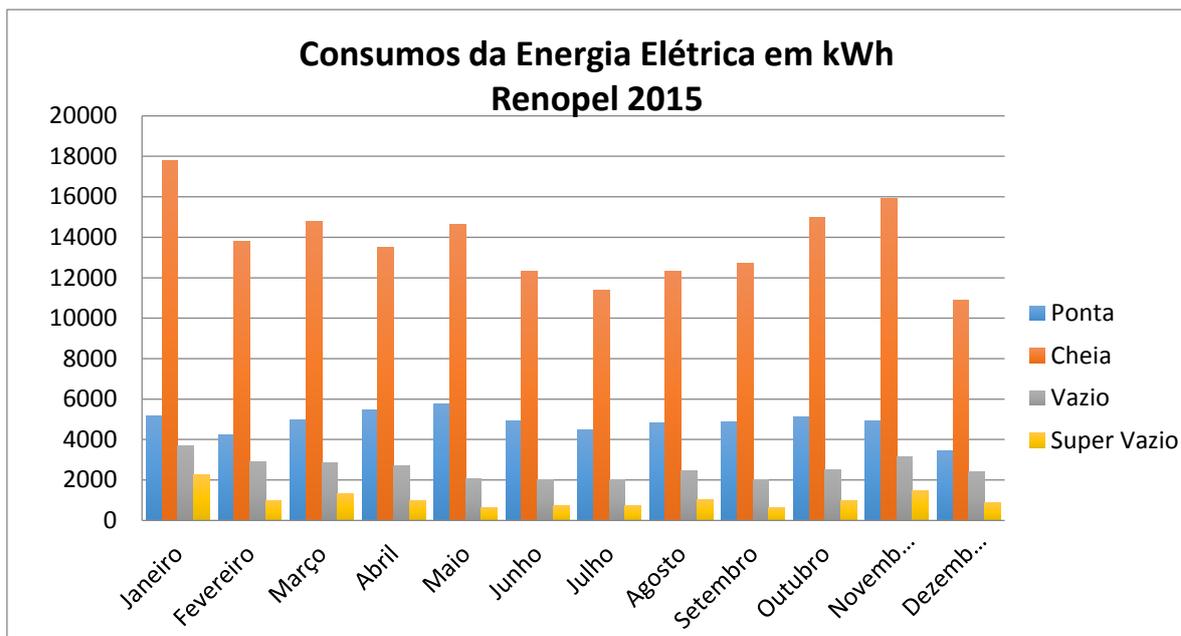


Figura 25 Consumos da Energia Elétrica dividido em 4 classes

Na Tabela 34 é representada a Potência em Horas de Ponta utilizada mensalmente, a Potência contratada mensal, a Energia Reativa Consumida, os Gastos com a Energia Reativa e o Preço total da Fatura energética em 2015. É também apresentado o valor gasto (€) com as variáveis descritas anteriormente anualmente e a sua respetiva média mensal.

Tabela 34 Outras variáveis e preço total da fatura energética em 2015

2015	Pot. H.ponta (kW)	Pot. Contratada (kW)	En. Reativa consumida (kVArh)	Gastos En. Reativa (€)	Preço da fatura (€)
Janeiro	41,62	141	6871	309,86	4763,45
Fevereiro	37,71	141	7030	396,71	3876,39
Março	39,98	141	8183	479,55	4334,47
Abril	45,54	151	8133	486,4	4287,28
Maio	46,52	151	9253	570,52	4519,77
Junho	40,95	151	8452	541,5	3944,75
Julho	36,27	151	7665	487,62	3657,6
Agosto	38,78	151	8498	547,86	3988,78
Setembro	40,46	151	8961	584,48	4016,63
Outubro	41,14	151	11393	776,59	4646,47
Novembro	41,1	151	11859	808,8	4849,66
Dezembro	27,64	151	7442	515,57	3396,8
Anual (€)	8 281,68 €	1 945,77 €		6 505,46 €	50 282,05 €
Media Mensal (Jan-Jul) (€)	712,38	159,67 €		467,45 €	4 197,67 €

- **2016:**

Tabela 35 Consumos da Energia Elétrica em 2016

2016	Ponta (kWh)	Cheia (kWh)	Vazio (kWh)	Super-Vazio (kWh)	Total (kWh)
Janeiro	4780	16356	2614	765	24515
Fevereiro	3873	13541	1962	431	19807
Março	3987	11958	1767	444	18156
Abril	4512	11249	1642	311	17714
Maio	4759	12094	1689	426	18968
Junho	4850	12688	1907	476	19921
Julho	5044	12828	1317	422	19611
Jan-Jul (kWh)	31805	90714	12898	3275	138692
Media Mensal (kWh)	4543.5	12959	1842.6	467.9	19813
Jan-Jul (€)	4.659,11 €	11.656,75 €	1.224,67 €	258,06 €	17.798,59 €
Media Mensal (€)	665,59 €	1.665,25 €	174,95 €	36,87 €	2.542,66 €

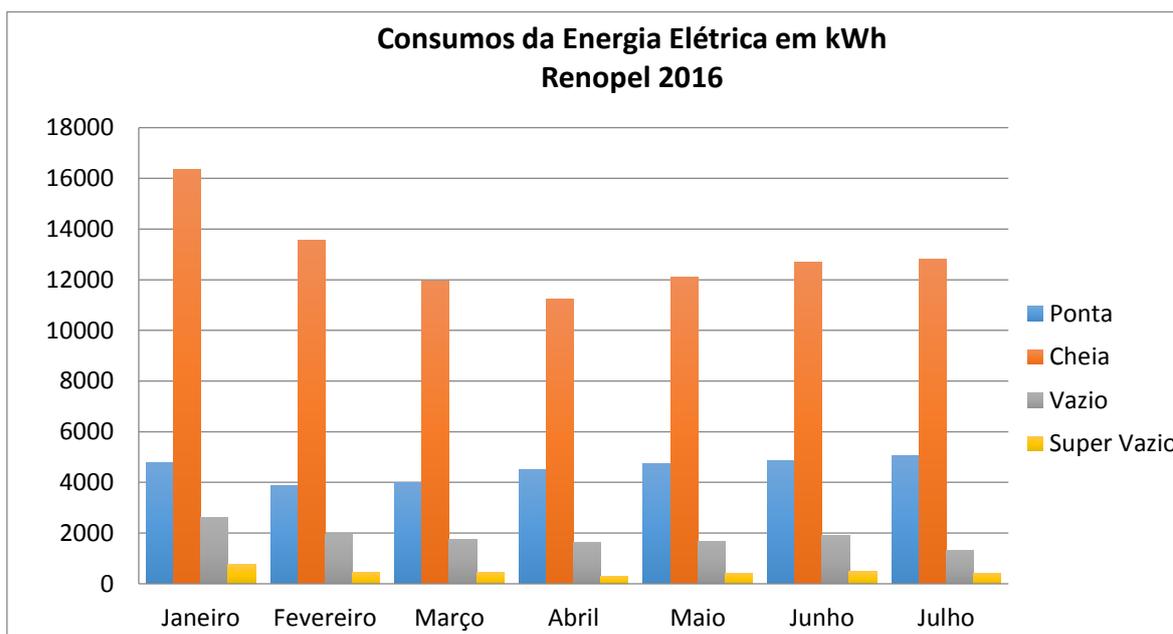


Figura 26 Consumo da Energia Elétrica em 2016 dividido em 4 classes

Na Tabela 36 é representada a Potência em Horas de Ponta utilizada mensalmente, a Potência contratada mensal, a Energia Reativa Consumida, os Gastos com a Energia Reativa e o Preço total da Fatura energética em 2016. É também apresentado o valor gasto (€) com as variáveis descritas anteriormente anualmente e a sua respetiva média mensal.

Tabela 36 Outras variáveis e preço total da fatura energética em 2016

2016	Pot. H.ponta (kW)	Pot. Contratada (kW)	En. Reativa. Consumida (kVArh)	Gastos En. Reativa (€)	Preço da fatura (€)
Janeiro	38,55	151	5844	334,13	4401
Fevereiro	33,39	151	5516	308,79	3534,07
Março	32,15	151	3771	71,92	3216,47
Abril	37,6	134	0	1,07	3157,26
Maió	38,38	134	0	0,71	3357,9
Junho	41,81	134	0	0,58	3478,34
Julho	39,41	134	0	0,88	3117,13
Jan-Jul (€)	4.555,85 €	1.139,33 €		718,08 €	24.262,17 €
Media Mensal (€)	650,84 €	162,76 €		102,58 €	3.466,02 €

Nas Figuras 27 e 28, são feitas 2 comparações, 2015 *versus* 2016 de janeiro a julho:

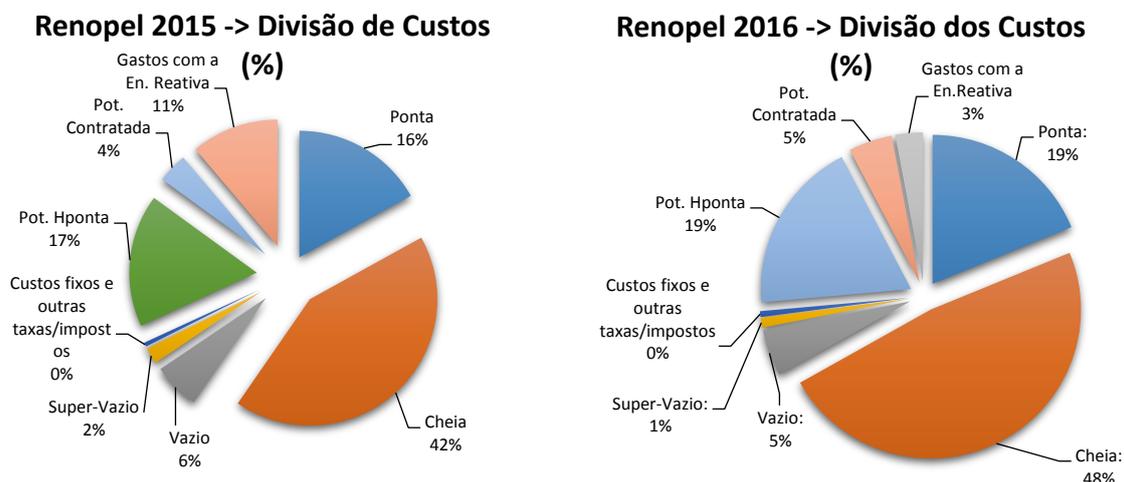


Figura 27 Divisão dos custos (%) em 2015 e 2016 (Jan-Jul)

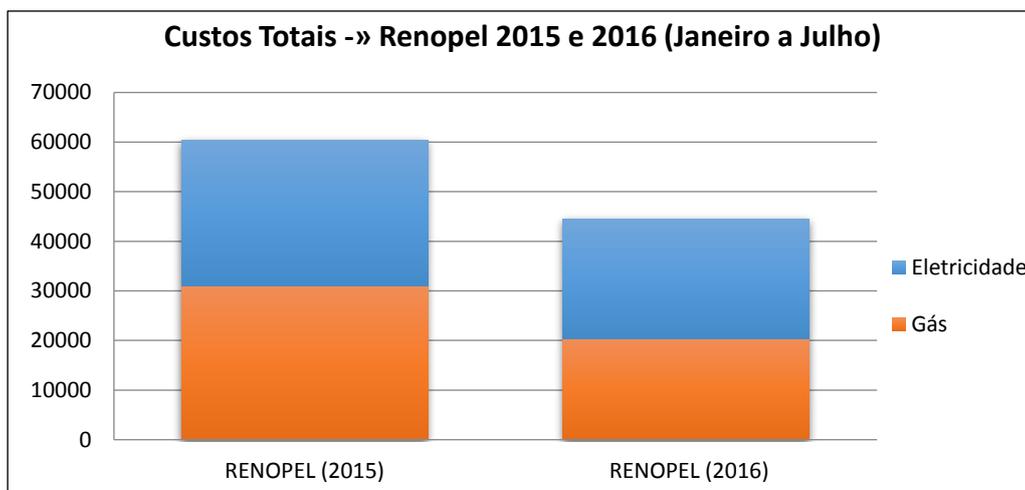


Figura 28 Custos totais de janeiro a julho de 2015 e 2016

5.2. CONCLUSÃO

Após a análise deste capítulo no que diz respeito ao gás natural, pode-se concluir que há uma redução média mensal no consumo de gás em 13% e uma diminuição dos custos em 22% quando comparando os meses de janeiro a julho de 2015, com o igual período de tempo em 2016.

Relativamente à energia elétrica, quando se compara com o mesmo período de tempo referido anteriormente, verifica-se uma redução média mensal no consumo da energia ativa na ordem dos 13% e no custo da mesma superior a 10%. Quanto à energia reativa, a relevância é ainda maior pois houve uma redução de aproximadamente 78% nos gastos, porque após a instalação da bateria de condensadores, verificou-se uma redução significativa dos custos desta energia, atingindo valores mensais próximos de 0€ (valor médio de jan a jul). Quanto ao custo total da fatura, a poupança mensal é superior a 17%.

No que diz respeito aos custos totais das faturas energéticas expressos na Figura 28, pode-se concluir que a soma dos custos do gás e da Energia Elétrica, de janeiro a julho de 2015, ultrapassou os 60.000 €, enquanto que em igual período de 2016, os custos não ultrapassaram os 45.000€. Isto significa uma redução conjunta de aproximadamente 25%, que se traduz numa poupança de mais de 15.000€.

Com base na análise dos dados reais, usando a faturação energética dos anos de 2015 e 2016, verificou-se uma redução significativa nos consumos e nos custos do gás natural e da Energia Elétrica, apesar do aumento do volume de vendas. Este crescimento dever-se-ia traduzir num incremento dos consumos e dos custos das faturas energéticas, porém tal fato não se verificou havendo uma redução significativa dos mesmos. Deste modo, pode-se concluir que o principal objetivo desta avaliação energética foi cumprido com sucesso.

6. CONCLUSÕES E PERSPETIVAS FUTURAS

Hoje em dia ainda existem alguns constrangimentos financeiros para investir na eficiência energética nas empresas por parte dos donos destas e isso só os prejudica a muito curto prazo. Apercebendo-se disso, a Renopel decidiu investir nesta temática e disponibilizou alguns fundos monetários para que fosse possível aumentar a eficiência energética da empresa e obter dividendos deste investimento o mais rápido possível.

Nesta dissertação tentou-se cumprir os objetivos inicialmente propostos, mas devido à escassez de tempo apenas se analisou e implementou o que foi possível.

Numa primeira fase desta avaliação energética analisou-se todas as infraestruturas da empresa, contratos energéticos e todos os consumos registados da Renopel, sendo que posteriormente implementou-se algumas das propostas na Empresa.

A primeira proposta foi melhorar o contrato energético no que diz respeito à energia elétrica, fazendo-se um estudo do mercado energético para que fosse possível obter a melhor proposta possível. Agora com o mercado liberalizado, todos os comercializadores podem estabelecer tarifários numa política de faturação mais justa para os clientes que pretendem reduzir custos.

Com estas reduções, a empresa irá pagar menos pelo mesmo consumo, porém houve um pequeno contratempo que foi rapidamente ultrapassado. Como a Renopel tem um contrato em BTE, este exige uma fidelização no mínimo de 1 ano e para poder trocar de comercializador, a empresa teve que se pagar uma indemnização à Gás Natural Fenosa na ordem dos 100 €.

O comercializador escolhido após uma análise aprofundada, foi a Ecochoice que permitiu uma poupança de 13%, o que corresponde a cerca de 470 € por mês para os mesmos consumos em relação ao anterior comercializador (consumos médios de 2015).

De seguida analisou-se o sistema de iluminação, sendo que a solução proposta permitiria reduções nos consumos com um pequeno investimento. A solução foi substituir todo o

sistema de iluminação da zona de produção e da zona de administração. Ao todo foram instaladas cerca de 270 lâmpadas com a tecnologia LED. Com esta troca foi possível baixar o consumo em cerca de 140 kWh (por dia), o que corresponde a 69% de poupança. Em termos monetários, considerando um valor anual e sem considerar a taxa de atualização, a poupança foi de 6443.05 € o que representa uma diminuição nos custos com a iluminação de 69% também. Pode-se concluir que esta solução foi muito rentável, mas na minha opinião ainda poderia ser mais, pois o sistema de iluminação poderia ter um maior número de “anos de vida” (maior número de utilização das lâmpadas) e um maior Valor líquido no futuro (Maior VAL). Isto porque as lâmpadas que foram instaladas têm um baixo número de horas de utilização (6000h) para o tipo de serviço que a Renopel tem. A empresa tem uma utilização média da iluminação de 12 h, e fazendo um pequeno cálculo descobre-se qual o número de anos de vida deste projeto. Este número de anos de vida reduzido, cerca de 2, irá obrigar a um novo investimento daqui por 2/3 anos. Optou-se por estas lâmpadas muito mais económicas, pois a Renopel queria que o investimento fosse rapidamente recuperado, e isso irá verificar-se, visto que o retorno é inferior a 6 meses, sendo a Taxa de atualização de 3%, o VAL de 9265,89 € e a TIR de 176.07 %.

Outra proposta que não estava descrita nos objetivos, foi a implementação de uma bateria de condensadores. Para isso e recorrendo-se a alguns cálculos foi possível calcular a capacidade mínima da bateria, usando como valor de potência ativa, o mesmo da potência contratada (151 kW) antes desta auditoria energética. Este valor já foi reduzido muito por culpa da redução da potência instalada da iluminação. A bateria instalada tem 105 kVArh e está dividida por 5 módulos que funcionam automaticamente, consoante o necessário. Esta bateria por ter esta funcionalidade, é um pouco mais dispendiosa, mas o seu ciclo de vida é prolongado. O investimento na Bateria de Condensadores foi de 5500 € e o retorno deste investimento irá ser feito em 11 meses, considerando como poupança futura os valores pagos em 2015 (penalizações) que rondaram os 542 €/mês, o que em suma temos uma poupança anual de 6500 €/ano. O VAL é de 44733,43 € e a TIR é de 107,84 % para um projeto a 10 anos com uma Taxa de atualização de 5%.

Seguindo os objetivos estudou-se a proposta mais complexa, mas porventura a mais importante. Esta proposta consiste numa melhoria/substituição do Túnel de Secagem. O objetivo foi bem claro, reduzir a temperatura no interior da Renopel assim como o consumo energético. Este objetivo foi conseguido como é possível ver através da análise ao 1 trimestre

após a instalação (abril-maio-junho) nas faturas do Gás Natural. No que diz respeito à Energia Elétrica, a poupança no consumo foi de 34% e no custo, rondou os 80€/mês, o que corresponde a 16 % em comparação com a antiga instalação. A poupança poderá ser maior caso não se utilize o *Mega Dryer* em horas de ponta (260,1 € -> 53%). Quanto ao Gás Natural a poupança no consumo (kWh) foi de 11% e no custo foi de aproximadamente 268€ /mês (11%). A Taxa de atualização é de 12% pois trata-se de um projeto de risco com um investimento elevado, sendo necessário mais alguns dados concretos para se verificar se correspondem às expectativas criadas pela a empresa. Quanto aos indicadores económicos, este projeto tem um retorno do investimento em menos de 3 anos, um VAL de 13499,73 € e a TIR é de 24.94 %. Este projeto tem um período de vida útil estimado de 10 anos.

Conclui-se que as três propostas descritas anteriormente, trazem vantagens económicas num futuro muito próximo (1 ano e 1 mês).

No que diz respeito ao gás natural foi possível reduzir em média mensalmente, 13 % nos consumos e 22 % nos custos quando se compara o mesmo período do ano de 2015 e 2016 (janeiro a julho). Quanto à energia elétrica, verifica-se uma redução média mensal no consumo da energia ativa na ordem dos 13 % e no custo da mesma superior a 10 %. Quanto à energia reativa, a relevância é ainda maior pois houve uma redução de aproximadamente 78 % nos gastos, porque após a instalação da bateria de condensadores, verificou-se uma redução significativa dos custos desta energia, atingindo valores mensais próximos de 0 €. Quanto ao custo total da fatura, a poupança mensal é superior a 17 %. Estes resultados foram obtidos quando se compara com o mesmo período de tempo referido anteriormente.

No que diz respeito aos custos totais das faturações energéticas, pode-se concluir que a soma dos custos do gás e da energia elétrica, de janeiro a julho de 2015, ultrapassou os 60.000 €, enquanto que em igual período de 2016, os custos não ultrapassaram os 45.000 €. Isto significa uma redução conjunta de aproximadamente 25 %, que se traduz numa poupança de mais de 15.000 €.

Com esta poupança devido às propostas implementadas, era excelente que se investisse em outras que ficaram por implementar como é o caso da proposta de um sistema de monitorização fixo ou portátil (proposta 3.6). Com este sistema poder-se-ia efetuar uma radiografia geral e mais detalhada à instalação quanto à qualidade da energia da Renopel.

Também é necessário perceber em que condições está a atual caldeira e por isso surgiu a proposta 3.7 que consiste em fazer uma auditoria setorial à caldeira. Esta tem um grave problema, pois como é uma caldeira de grande dimensão (900 kg/h no que diz respeito à vaporização), o seu funcionamento é obrigatório mesmo que haja na fábrica um só equipamento a precisar do vapor (por exemplo uma vaporeta- 30 kg/h). Para resolução futura, sugiro que mediante as condições da caldeira atual e caso esta esteja já muito degradada, visto já ter quase 50 anos, se substituí a caldeira atual por duas com uma dimensão mais reduzida. Um exemplo de uma possível instalação será uma caldeira ter uma vaporização de 600 kg/h e outra de 300 kg/h por exemplo, pois assim e em caso de pouco trabalho na fábrica poder-se-ia regular qual utilizar e em caso de muito serviço, poderíamos usar as duas na mesma. Isto permitiria poupanças no consumo do gás natural assinaláveis.

Quanto ao dimensionamento das canalizações, proposta 3.5, existe um troço que está mal dimensionado no que diz respeito às suas secções e não respeita a 2ª condição de sobrecarga.

Deve-se fazer um estudo para ver qual a real potência do Q.P.2 e perceber qual o risco associado a esta secção mais reduzida.

Outro dos objetivos desta dissertação era analisar os sistemas de força motriz melhorando os respetivos consumos. A análise da maior parte destes sistemas de força motriz foi efetuada nesta dissertação, uma vez que ao discriminar qual a potência por equipamento no capítulo 2 já que a maior parte destes eram quase exclusivamente compostos por motores. Uma das soluções a ser implementada no futuro pode ser: colocar arrancadores suaves ou variadores de velocidade a controlar os motores de maior potência que estão situados nas máquinas de lavar a seco (*Bowe e Swiss Clean*) e nas *velour machine*, de forma a evitar os picos de potência/corrente. Esta solução não foi implementada porque não foi quantificada a redução dos consumos e retorno do investimento uma vez que carece de um estudo específico e aprofundado.

Por fim analisou-se e melhorou-se pontos de risco industrial críticos (incêndio, contaminação ambiental, saúde). Os principais pontos analisados foi a poluição sonora da empresa, os níveis de pó e a alguns pontos críticos de incêndio como, por exemplo, junto à caldeira. Com esta análise foi possível tomar medidas preventivas tais como o uso de tampões para os ouvidos e o uso obrigatório de máscaras em certos locais da empresa.

Desenvolveu-se também em parceria com a Energia Simples e Ecochoice, um projeto para que todos os clientes da Renopel (lavandarias como as 5asec entre outras) possam poupar na sua fatura da eletricidade, sendo que a Renopel recebe uma comissão por cada migração de cliente que tem rondado os 100€. Este projeto divide-se em 3 fases. A 1ª fase consistiu em enviar um email para todos os clientes e distribuir-se flyers por todos eles. A 2ª fase consiste em fazer as simulações para os clientes interessados para ver quanto é que cada um deles consegue poupar. Por fim a 3ª fase, é a fase da conclusão pois trata-se da assinatura do contrato e do envio para um dos fornecedores (dependendo do consumo do cliente ao longo do ano, pois para baixos/médios consumos a Energia Simples é mais vantajosa, sendo que a Ecochoice é mais vantajosa para grandes consumos). A Renopel funciona como “Comercial” da Energia Simples e da Ecochoice, pois trata de todos os processos e dá entrada do contrato na plataforma online das 2 empresas, sendo este aprovado pelas mesmas. Esta parceria surge com vista a uma maior fidelização dos clientes à Renopel. (Anexo E)

Como se pode comprovar, isto não acaba aqui, visto que ainda existe vários pontos onde se pode intervir no que diz respeito a baixar ainda mais os consumos de energia, mas tendo em conta os principais objetivos deste trabalho, na minha opinião isso foi conseguido e assim posso afirmar que conseguiu-se aumentar a eficiência energética da instalação com eficácia.

REFERÊNCIAS DOCUMENTAIS

- [1] Site Tapipel/Renopel. Disponível em:
http://www.tapipel.com/website/?page_id=752
- [2] ADENE, Eficiência Energética na Industria (Auditorias). Disponível em:
<http://www.altercexa.eu/test/images/archivos/Areas%20Tematicas/Eficiencia/2-Eficiencia%20Energetica%20na%20Industria%20ADENE.pdf>.
- [3] Energy Efficiency - motors. Electrical installation & Energy Efficiency, 15 de setembro de 2014. Disponível em:
<http://engineering.electrical-equipment.org/energy-efficiency-motors/synchronous-and-asynchronous-motors.html>.
- [4] Electrical Interview Questions & Answers. Induction Motor Advantages Disadvantages. Disponível em:
<http://electricalquestionsguide.blogspot.pt/2011/12/induction-motor-advantages.html>.
- [5] Francisco, António M. S. Motores de Indução Trifásicos. 2006.
- [6] Branco, Renata. Funcionamento do motor assíncrono. Disponível em:
<http://www.manutencaoesuprimentos.com.br/conteudo/5261-funcionamento-do-motor-assincrono>.
- [7] Motores Síncronos. Disponível em:
www.weg.net.
- [8] CNI. Eficiência Energética na Indústria. Disponível em:
www.portaldaindustria.com.br.
- [9] ZEBEN. motor *control*. Como funciona um variador de velocidade. Disponível em:
<http://www.motorcontrol.pt/como-funciona-um-variador-de-velocidade>.
- [10] Kinetics, Critical. VARIADORES ELECTRÓNICOS DE VELOCIDADE. Disponível em: <http://critical-kinetics.pt/VEV-s/variadores-electronicos-de-velocidade-2.html>.

- [11] Control, Bomba. O que é um variador de velocidade. Disponível em:
<http://bombacontrol.pt/site.php?Tipo=1&IDPag=15702>.
- [12] Teixeira, Prof. Armínio de Almeida. Aquecimento e Energia elétrica. Disponível em:
<http://www.tecnitrace.pt/iblog/?p=626>.
- [13] Teixeira, Armínio. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DAS INSTALAÇÕES DE ILUMINAÇÃO.
- [14] Ligação elétrica de 3 lâmpadas fluorescentes. Disponível em:
<http://www.eletricidade.net/viewtopic.php?t=11532>
- [15] ERSE – Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos. Escolha do Comercializador de Energia Elétrica. Disponível em:
<http://www.erse.pt/pt/electricidade/tarifaseprecos/precosdeelectricidade/Paginas/default.aspx>
- [16] ERSE – Informação Sobre o Mercado Liberalizado em Portugal. Disponível em:
<http://www.erse.pt/pt/electricidade/liberalizacaodosector/informacaosobreomercadoliberalizado/2015/Paginas/2015.aspx>
- [17] ERSE- Informação sobre ciclo diário para fornecimento em BTE. Disponível em:
<http://www.erse.pt/pt/electricidade/tarifaseprecos/periodoshorarios/Paginas/CiclodiariofornecBTEBTNPt.aspx>
- [18] Sistema LED. Disponível em:
<http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/dicasemail/led/dica36.htm>
- [19] Sistema LED. Disponível em:
https://pt.wikipedia.org/wiki/Diodo_emissor_de_luz
- [20] U.S. Energy Information Administration, Annual Energy Release. Disponível em:
<https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=15471>
- [21] Bessho, M., & Shimizu, K. (2012). Latest Trends in LED Lighting. Disponível em: Electronics and Communications in Japan, Vol. 95, No. 1, 2012.
- [22] Vantagens e Desvantagens Tecnologia LED, revista Visão. Disponível em:
<http://visao.sapo.pt/ambiente/cidadeseconsumo/as-vantagens-e-desvantagens-das-lampadas-led=f710735>

- [23] Rui Castro, Uma Introdução às Energias Renováveis. Avaliação Económica. Disponível em Livro. Calculo da Viabilidade Económica.
- [24] ERSE- Informação sobre a faturação de Energia Reativa. Disponível em:
<http://www.erse.pt/pt/electricidade/regulamentos/relacoescomerciais/Documents/Recomenda%C3%A7%C3%B5es/Recomenda%C3%A7%C3%A3o%20de%20energia%20reactiva.pdf>.
- [25] Informações do Túnel de Secagem. Disponível em:
<http://www.chatron.pt/produtos/estufa-secagem-solar>
- [26] Noções Básicas de Utilização Racional de Energia (URE). Disponível em:
https://ead.ipleiria.pt/ucs201415/pluginfile.php/42875/mod_folder/content/0/GE_Eficiencia_Energetica/Nocoes_Basicas_de_URE.pdf?forcedownload=1.
- [27] Regras Técnicas de Instalações Elétricas em Baixa Tensão.
Consulta do Quadro 52 C3- Modo de Instalação B.
- [28] Fonte ENERPRIME- *Consulting* -Ajuda em 2 propostas– Consultoria Energética
- [29] Analisadores de Energia Fixos. Disponível em:
<http://circuitor.com/en/products/measurement-and-control/fixed-power-analyzers/power-and-power-quality-analyzers/cvmk2-series-detail#description>
- [30] Analisador portátil. Disponível em:
<http://www.fluke.com/fluke/ptpt/ferramentas-de-qualidade-de-energia/corrente-trifasica/fluke-435-series-ii.htm?pid=73939>.
- [31] Motores de Indução Assíncronos, Revista Neutro à Terra. Disponível em:
http://recipp.ipp.pt/bitstream/10400.22/6493/1/RevistaNeutroATerra_N14_2014_ART_1.pdf
- [32] Beleza Carvalho, J. A., Máquinas Assíncronas de Indução. Apontamentos da disciplina de Máquinas Elétricas II. ISEP, Porto.
- [33] Edições 13,15 e 16 da revista neutro à terra. Diretor: Doutor José Beleza Carvalho. Disponível em: <http://www.neutroaterra.blogspot.com>
- [34] Calculo para penalizações da Energia reativa. Disponível em:
<https://www.edp.pt/pt/empresas/informacoesuteis/Pages/novasRegrasEnergiaReativa.aspx>

- [35] Penalizações Energia Reativa. Disponível em:
https://ead.ipleiria.pt/ucs201415/pluginfile.php/81058/mod_resource/content/4/GE_T_P_Tarif%C3%A1rio.pdf?forcedownload=1
- [36] Proteção das canalizações. Disponível em:
<http://www.voltimum.pt/artigos/noticias-do-sector/proteccao-das-instalacoes-electricas-contrasobreintensidades>
- [37] “Método de cálculo do período de retorno para medidas de eficiência energética”. Anexo XIII do Decreto-Lei 79/2006, a 4 de abril. (PRS). -> Página 38 do decreto. Disponível em: http://www.oasrn.org/pdf_upload/decretolei_79_2006.pdf
- [38] Norma: ISO 50001, Gestão de Energia. Resumo desta, disponível em:
<http://www.iso.org/iso/home/standards/management-standards/iso50001.htm>
<http://www.lrq.pt/Certificacao/ISO-50001-Gestao-da-Energia/>
- [39] Norma NP EN ISO 9001. Disponível resumo e guia em:
<http://www.dqa.pt/pt/sistemas-gestao/qualidade/np-en-iso-9001/>
http://www.apcergroup.com/portugal/images/site/graphics/guias/APCER_GUIA_ISO9001_2015.pdf
- [40] Diretiva de Eficiência Energética - Diretiva 2012/27/EU do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de outubro
- [41] Enquadramento Legislativo para a Eficiência Energética, planos e orientações gerais. Disponível em: <http://www.portal-eficienciaenergetica.com.pt/nacional.html>
- [42] Consumo de energia elétrica. Despacho nº 15 546/2008, 26 de maio, D.R. (II série) de 4 de junho.

ANEXOS

ANEXO A

Exemplo de imagens de como é feita a alimentação calorífica do novo túnel de secagem:



Legenda:

- 1- 2 depósitos, ligação desviada do condensado das peles do depósito nº1 para o depósito nº2;
- 2- Bomba de água ligada ao depósito nº2 e ligada ao radiador principal situado do túnel de secagem;
- 3- Fornecimento de água da companhia através de uma torneia regulada por 2 sensores de nível;
- 4- Dupla ligação dos condensados da secção dos tapetes e das peles (desviado para o Depósito nº 2) ao Depósito nº 1 e nº 2.

Anexo B

Anexo B.1

As principais características do *software* são as seguintes: [28]

- Funcionamento como serviço de Windows;
- Visualização *on-line* e em tempo real dos parâmetros dos dispositivos (tais como parâmetros elétricos, sinais de processamento, impulsos provenientes de outros contadores, temperaturas, etc.);
- Parametrização remota dos dispositivos;
- Visualização de gráficos em tempo real;
- Registo de históricos em base de dados;
- Representação em gráfico e tabela dos dados históricos armazenados.

Anexo B.2

As seguintes características do Analisador de qualidade de Energia a instalar nos Quadro Geral: [28] -> [CVM-k2]

- Classe 0,5 em potência e energia;
- Medição de eventos de qualidade de energia Classe B (assegurando a alimentação por UPS, bateria, etc.);
- Possibilidade de medição de corrente de neutro através de transformador;
- Tarifação de energia consumida e gerada (até 9 tarifas);
- Comunicação RS-485 *ModBus*/RTU;
- Ecrã gráfico VGA retro iluminado;

- Visualização de parâmetros elétricos instantâneos, máximos e mínimos com indicação de data e hora;
- Tecnologia ITF, proteção por isolamento galvânico.

Anexo B.3

Com as seguintes características principais o Analisador de qualidade de Energia a instalar nos Quadros Parciais 1 e 2: [28] -> CVM-NET

- Formato de carril DIN com ocupação de 3 módulos;
- Leitura de corrente mediante transformadores externos;
- Possibilidade de medida em redes de média e baixa tensão;
- 2 saídas digitais programáveis;
- Fonte de alimentação universal;
- Ponto de comunicação RS-485.

Anexo C

Exemplo de uma das simulações para mudança de comercializador com base na faturação de janeiro de 2016.

IBERDROLA		SIMULAÇÃO - PROPOSTA FORNECIMENTO ELÉCTRICO				8 de março de 2016					
DESIGNAÇÃO SOCIAL RENOPEL, RENOVAÇÃO E LIMPEZA DE PELES SA CPE PT0002000083964742TW NIF 502594748 C.POSTAL 4475-681											
FATURA	de	Leitura	Tensão	Tarifa	Consumo kWh						
	a	12/01/2016	BTE	-	Total	P1	P2	P3	P4		
	Nº Dias	11/02/2016	PC	Ciclo	Fatura	24 515	4 780	16 356	2 614	765	
		30	151,00	DIÁRIO	Anual	298 266	58 157	198 998	31 804	9 308	
							19 %	67 %	11 %	3 %	
IBERDROLA Linha Apoio ao Cliente 808 502 050											
SIMULAÇÃO	FATURA		ESTIMATIVA ANUAL								
	ENERGIA	1 430,40 €	ENERGIA	17 403,25 €							
	ACESSOS	2 199,00 €	ACESSOS	27 026,09 €							
	IVA	834,76 €	IVA	10 218,75 €							
	Total Com IVA	4 464,17 €	Total Com IVA	54 648,08 €							
	Poupança Estimada Energia	384,24 €	Poupança Estimada Energia	4 674,93 €							
		21%		21%							
	Poupança Estimada Total	472,62 €	Poupança Estimada Anual	5 750,16 €							
	Fatura Com IVA	10 %	Fatura Com IVA	10 %							
	€/dia	€/kW.dia	€/kW.dia	ENERGIA + ACESSOS €/kWh				TAXAS €/mês			
T. Fixo	PHP	PC		P1	P2	P3	P4	DGEG	IECE	CAV	
-	0,5812	0,0384		0,1287 €	0,1161 €	0,0812 €	0,0742 €	0,35 €	24,52 €	2,65 €	
FORNECEDOR ATUAL		FATURA		ESTIMATIVA ANUAL							
ENERGIA		1 814,64 €		ENERGIA		22 078,17 €					
ACESSOS		2 199,00 €		ACESSOS		27 026,09 €					
IVA		923,14 €		IVA		11 293,98 €					
Total Com IVA		4 936,79 €		Total Com IVA		60 398,24 €					
	€/dia	€/kW.dia	€/kW.dia	ENERGIA + ACESSOS €/kWh				TAXAS €/mês			
T. Fixo	PHP	PC		P1	P2	P3	P4	DGEG	IECE	CAV	
-	0,58	0,0384		0,1465 €	0,1315 €	0,0976 €	0,0805 €	0,35 €	24,52 €	2,65 €	

Anexo E

Anexo E.1- Lista Lavandarias Clientes

4.619,24 €			Lavandarias Clientes exemplos										
Dias do mês			Custo mensal da fatura com o atual distribuidor de energia(€)	Consumos mensais (kWh e kW)				Tarifas Energia Simples (€/kWh e €/kW)				Custo mensal da fatura em caso de mudança para a Energia Simples (€/mês)	Benefício/Prejuízo para o cliente (€/mês)
29	30	31		Ponta	Cheias	Vazio	P.Contratada	Ponta	Cheias	Vazio	P.Contratada		
1			577,93 €	Ponta	Cheias	Vazio	P.Contratada	Ponta	Cheias	Vazio	P.Contratada	555,78 €	18,01 €
				684	1668	45	34,5	0,26795	0,12955	0,07246	1,524		
2			931,92 €	Ponta	Cheias	Vazio	P.Contratada	Ponta	Cheias	Vazio	P.Contratada	900,81 €	25,29 €
				1014	2828	475	41,4	0,26795	0,12955	0,07246	1,8251		
3			791,40 €	Ponta	Cheias	Vazio	P.Contratada	Ponta	Cheias	Vazio	P.Contratada	765,20 €	21,30 €
				869	2429	333	34,5	0,26795	0,12955	0,07246	1,524		
4			697,12 €	Ponta	Cheias	Vazio	P.Contratada	Ponta	Cheias	Vazio	P.Contratada	669,59 €	22,38 €
				664	2274	182	41,4	0,26795	0,12955	0,07246	1,8251		
5			527,38 €	Ponta	Cheias	Vazio	P.Contratada	Ponta	Cheias	Vazio	P.Contratada	508,28 €	15,53 €
				600	1534	65	34,5	0,26795	0,12955	0,07246	1,524		
6			743,48 €	Ponta	Cheias	Vazio	P.Contratada	Ponta	Cheias	Vazio	P.Contratada	720,23 €	18,90 €
				803	2425	84	34,5	0,26795	0,12955	0,07246	1,524		
7			584,83 €	Ponta	Cheias	Vazio	P.Contratada	Ponta	Cheias	Vazio	P.Contratada	562,62 €	18,06 €
				689	1635	161	34,5	0,26795	0,12955	0,07246	1,524		
8			809,37 €	Ponta	Cheias	Vazio	P.Contratada	Ponta	Cheias	Vazio	P.Contratada	658,85 €	122,38 €
				753	2166	48	34,5	0,26795	0,12955	0,07246	1,524		
9			774,54 €	Ponta	Cheias	Vazio	P.Contratada	Ponta	Cheias	Vazio	P.Contratada	748,51 €	21,16 €
				765	2473	332	41,4	0,26795	0,12955	0,07246	1,8251		
10			630,86 €	Ponta	Cheias	Vazio	P.Contratada	Ponta	Cheias	Vazio	P.Contratada	609,66 €	23,74 €
				569	1917	501	41,4	0,26795	0,12955	0,07246	1,8251		
11			1.079,91 €	Ponta	Cheias	Vazio	P.Contratada	Ponta	Cheias	Vazio	P.Contratada	1.049,08 €	25,07 €
				1280	3286	447	34,5	0,26795	0,12955	0,07246	1,524		
12			332,33 €	Simplex			P.Contratada	Simplex			P.Contratada	318,33 €	11,38 €
				1501			20,7		0,1546		0,7801		
13			176,93 €	Simplex			P.Contratada	Simplex			P.Contratada	168,48 €	6,87 €
				708			20,7		0,1546		0,7801		
14			83,05 €	Simplex			P.Contratada	Simplex			P.Contratada	77,76 €	4,30 €
				339			6,9		0,1546		0,2703		
15			314,01 €	Ponta	Cheias	Vazio	P.Contratada	Ponta	Cheias	Vazio	P.Contratada	279,85 €	27,77 €
				189	1003	19	27,6	0,26795	0,12955	0,07246	1,4386		
16			915,00 €	Ponta	Cheias	Vazio	P.Contratada	Ponta	Cheias	Vazio	P.Contratada	804,67 €	89,70 €
				790	2671	629	34,5	0,26795	0,12955	0,07246	1,524		
17			772,61 €	Ponta	Cheias	Vazio	P.Contratada	Ponta	Cheias	Vazio	P.Contratada	682,72 €	73,08 €
				819	2159	0	34,5	0,26795	0,12955	0,07246	1,524		
18			1.055,98 €	Ponta	Cheias	Vazio	P.Contratada	Ponta	Cheias	Vazio	P.Contratada	963,39 €	75,28 €
				952	3421	291	41,4	0,26795	0,12955	0,07246	1,8251		
19			957,85 €	Ponta	Cheias	Vazio	P.Contratada	Ponta	Cheias	Vazio	P.Contratada	848,12 €	89,21 €
				947	2628	570	34,5	0,26795	0,12955	0,07246	1,524		
20			410,62 €	Simplex			P.Contratada	Simplex			P.Contratada	403,13 €	6,09 €
				1934			20,7		0,1546		0,7801		
21			1.519,59 €	Ponta	Cheias	Vazio	P.Contratada	Ponta	Cheias	Vazio	P.Contratada	1.319,10 €	163,00 €
				1630	4038	649	41,4	0,26795	0,12955	0,07246	1,8251		
22			738,09 €	Ponta	Cheias	Vazio	P.Contratada	Ponta	Cheias	Vazio	P.Contratada	662,95 €	61,09 €
				863	1832	66	41,4	0,26795	0,12955	0,07246	1,8251		

Anexo E.2- Simulação feita pela Renopel mediante as tarifas da Energia Simples!



Potência Contratada: 34,5 kVA

Consumos de Energia:

Perfil Horário: Tri-Horário

4090 kWh

De: 14/02/2016 -> Até: 15/03/2016

Simulação Efetuada a:

21/04/2016

Simulação Tapipel-Renopel em Parceria com a Energia Simples:		Atual comercializador:			Energia Simples->Tapipel-Renopel:	
		Quantidade:	Tarifa Unitária (€):	Total (€):	Tarifa Unitária (€):	Total (€):
Potência Contratada:	34,5 kVA	29	1,7929 €	51,99 €	1,5240 €	44,20 €
Consumo de energia:		dias				
Ativa Ponta (kWh)		790	0,30950 €	244,51 €	0,26795 €	211,68 €
Ativa Cheias (kWh)		2671	0,15460 €	412,94 €	0,12955 €	346,01 €
Ativa Vazio (kWh)		629	0,08660 €	54,47 €	0,07246 €	45,57 €
Outras Taxas:			Descontos: -	26,74 €		
Taxa DGEG (mês)		1 Mês		0,35 €		0,35 €
Imposto especial Consumo Eletricidade (€/kWh)		4090	0,001 €	4,09 €	0,001 €	4,09 €
IVA (23%)			---	170,57 €	---	149,94 €
Sub-Total				912,19 €		801,84 €
Contribuição Áudio-Visual		1 Mês		2,65 €		2,65 €
IVA (6%)			---	0,16 €	---	0,16 €
Sub-Total				2,81 €		2,81 €
Total Mensal (€) :				915,00 €		804,65 €

Poupança Mensal de aproximadamente 12%/Mês:

110,35 €

Poupança Anual de aproximadamente (IVA dedutível a 100%):

1080 €