

VICTOR MAURÍCIO CONDECELLI SENA DA SILVA

**AUDITORIA ENERGÉTICA PARA DETECÇÃO DE CONSUMOS
ANÓMALOS EM UNIDADE INDUSTRIAL DE ELEMENTOS FIXADORES**



**UNIVERSIDADE DO ALGARVE
Instituto Superior de Engenharia
2021**

VICTOR MAURÍCIO CONDECELLI SENA DA SILVA

**AUDITORIA ENERGÉTICA PARA DETECÇÃO DE CONSUMOS
ANÓMALOS EM UNIDADE INDUSTRIAL DE ELEMENTOS FIXADORES**

Relatório de Estágio apresentado ao curso de Mestrado em Engenharia Elétrica e Eletrónica, Ramo de Sistemas de Energia e Controlo - SEC da Universidade do Algarve, como requisito para a obtenção do Grau de Mestre.

Trabalho realizado sob a orientação de:
Professor Luís Manuel Ramos de Oliveira e
Assistente João Manuel Martins Gomes



UNIVERSIDADE DO ALGARVE
Instituto Superior de Engenharia
2021

AUDITORIA ENERGÉTICA PARA DETECÇÃO DE CONSUMOS ANÓMALOS EM UNIDADE INDUSTRIAL DE ELEMENTOS FIXADORES

DECLARAÇÃO DE AUTORIA DO TRABALHO

Declaro ser o autor deste trabalho, que é original e inédito. Autores e trabalhos consultados estão devidamente citados no texto e constam da listagem de referências bibliográficas incluída.

© 2021, VICTOR MAURÍCIO CONDECELLI SENA DA SILVA

A Universidade do Algarve reserva para si o direito, em conformidade com o disposto no Código do Direito de Autor e dos Direitos Conexos, de arquivar, reproduzir e publicar a obra, independentemente do meio utilizado, bem como a de divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição para fins meramente educacionais ou de investigação e não comerciais, conquanto seja dado o devido crédito ao autor e editor respetivos.

DEDICATÓRIA

À minha esposa, mãe, avó e família
que estiveram desde o início e não
mediram esforços para que esse
sonho se tornasse realidade...

AGRADECIMENTO

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus, pela saúde, inteligência e força para persistir nessa longa jornada que é o curso de Mestrado.

À minha esposa Jéssica Teiga Condecelli pela companhia e dedicação ao aceitar mudar de país e acima de tudo pela compreensão e paciência demonstrada durante o período do projeto.

À minha mãe Rosana de Fátima Sena Lopes, minha avó Aparecida Condecelli Sena e minha madrinha Rosemeire Sena Lopes que sempre estiveram ao meu lado me apoiando ao longo de toda a minha trajetória e nunca descreditaram de minha capacidade.

Agradeço aos meus orientadores Prof. Doutor Luís de Oliveira e Doutor João Gomes por aceitarem conduzir o meu trabalho de pesquisa.

A todos os professores do Instituto Superior de Engenharia da Universidade do Algarve pela excelência da qualidade técnica de cada um.

Ao Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, SENAI, que me permitiu permanecer um ano ausente de minhas funções para cursar o Mestrado.

À empresa “XPTO Parafusos” que me abriu as portas para desenvolver o trabalho em sua unidade fabril, pedindo apenas confidencialidade de seu nome.

A todos amigos que me deram forças para não desistir.

RESUMO

O presente trabalho tem como motivação base o estudo de detecção de consumos anómalos no setor industrial de fabrico de parafusos. O elevado consumo de energia neste setor leva as empresas a procurarem soluções que permitam aumentar a eficiência energética nas suas instalações e nos processos produtivos, promovendo a redução do consumo energético e principalmente, reduzindo os custos.

Neste contexto, surgiram os objetivos deste trabalho, que resultaram das principais necessidades identificadas pela empresa à data da realização do mesmo. O trabalho consistiu na implementação de soluções que visem a identificação dos consumos anómalos e a partir destes propor melhorias em termos de eficiência energética em relação aos ajustes tarifários, substituição da iluminação existente, na substituição dos motores elétricos e na adequação do sistema de ar comprimido.

Os estudos de eficiência energética realizados têm como base uma cuidada análise dos dados recolhidos junto da empresa, todas as medições registadas, os perfis de consumo traçados, uma extensa pesquisa de mercado, com o intuito de encontrar as soluções eficientes mais adequadas para cada caso e metodologias de cálculo já existentes e devidamente comprovadas, conduzindo, desta forma, a uma maior fiabilidade dos resultados obtidos.

Estes estudos evidenciaram até que ponto a implementação das diversas medidas apresentadas são economicamente viáveis, o seu impacto na redução do consumo energético e a poupança anual obtida.

Esta dissertação está organizada em cinco capítulos. No primeiro capítulo, de natureza introdutória, dá-se uma visão geral do projeto. O segundo capítulo é dedicado à apresentação do estado da arte e respetiva pesquisa bibliográfica dos temas abordados. No terceiro capítulo descreve-se a situação atual encontrada na empresa. O quarto capítulo é dedicado às propostas de melhorias para otimização de eficiência energética. Finalmente, no quinto e último capítulo são apresentadas as principais conclusões e sugestão de trabalho futuro.

Palavras-Chave: Energia elétrica, Auditoria Energética, Eletricidade, Ar Comprimido, Iluminação.

ABSTRACT

This paperwork has as principal motivation the study about the detection of anomalous consumption in the Industrial Sector of Screw Manufacturing. The high electrical consumption in this sector drives the companies to develop solutions to allow the increasing of energy efficiency in their facilities and productive process, thus promoting the energetic consumption reduction and, mostly, cost-cutting.

The goals of this paperwork appeared from that context, which resulted from the main necessities identified by the company at the date of this paperwork. This paperwork consisted in implementations of solutions that aim the anomalous consumption identifications and, from them, the propose of energy efficiency improvements regarding tariff adjustments, replacement of existing illumination, replacement of electrical motors and compressed air system adjustment.

The energy efficiency studies performed have as base a careful analysis of collected data from the company, all recorded measurements, the trace of consumption profile, an extensive market research, aiming to find the most appropriate efficient solutions for each case and existing calculus methodologies and properly proven, thus, leading to a more reliability of the results obtained.

These studies evidenced how far the implementation of various measures showed are economically viable, their impact in energetic consumption and the annual savings obtained.

This paperwork is organized in five chapters. In the first chapter, as an Introduction Chapter, there is a Project overview. The second chapter is dedicated to the presentation of art state and respective bibliographic research of the themes covered in this paperwork. In the third chapter it describes the current situation found in the company. In the fourth chapter is dedicated to improvement proposals to optimize the energy efficiency. Finally, in the fifth and last chapter are presented the main conclusions and future paperwork suggestion.

Keywords: Electrical Energy, Electric Power, Energetic Audit, Electricity, Compressed Air, Illumination, Enlightenment.

Sumário

1. Introdução.....	1
1.1. Objetivos pretendidos	2
2. Auditorias energéticas	4
3. Revisão bibliográfica	7
3.1. Estrutura tarifária de energia elétrica no Brasil	7
3.2. Gestão de energia.....	11
3.3. Tecnologias de iluminação	12
3.3.1. Lâmpada LED.....	13
3.3.2. Balastros eletrônicos	14
3.3.3. Sistema de controlo.....	14
3.4. Perdas do sistema de ar comprimido	15
3.5. Sistemas motrizes	17
4. Análise e caracterização da instalação.....	20
4.1. Identificação e caracterização da instalação	20
4.2. Análise detalhada das faturas de eletricidade dos últimos meses.....	23
4.3. Gestão de energia.....	27
4.4. Identificação dos sistemas de iluminação e ar condicionado.....	30
4.5. Identificação dos equipamentos e sistemas motrizes.....	33
4.6. Identificação do sistema de ar comprimido	46
5. Propostas de melhorias.....	50
5.1. Alteração da tarifa.....	50
5.2. Gestão de energia.....	51
5.3. Iluminação	54
5.3.1. Cenário 1.....	54
5.3.2. Cenário 2.....	55
5.4. Ar comprimido.....	57
5.5. Sistemas motrizes	58
5.6. Transformadores	59
6. Conclusão.....	61
Referências	63
Apêndice A.....	66
Anexo I.....	82

Anexo II.....	84
Anexo III.....	85
Anexo IV.....	87

Lista de figuras

Figura 3.1 - Lâmpada LED de bulbo [12]	14
Figura 3.2 - Lâmpada LED tubular [12].....	14
Figura 3.3 - Economia alcançada com balastros eletrônicos com regulador de fluxo [13]	14
Figura 3.4 - Composição das perdas de energia no processo de compressão do ar [14].	15
Figura 3.5 - Evolução dos rendimentos dos motores elétricos [16]	18
Figura 3.6 - Custos de um motor elétrico ao longo do tempo [16]	19
Figura 4.1 - Esquema elétrico geral.....	20
Figura 4.2 - Fluxo de material, insumos energéticos e sistemas utilizados.....	22
Figura 4.3 – Diagrama de Sankey	23
Figura 4.4 - Consolidação das faturas de energia de 2018.	24
Figura 4.5 - Composição do Custo Anual da Fatura.	24
Figura 4.6 – Valores reais e calculados das faturas de energia elétrica.....	25
Figura 4.7 - Simulação Tarifa Verde x tarifa Azul – Configuração atual.	25
Figura 4.8 - Potência máxima registada x Potência contratada x Potências médias.	26
Figura 4.9 – Valores pagos por excedente de energia reativa.	27
Figura 4.10 - Consumo total de energia (MWh) x Parafusos produzidos (ton)	28
Figura 4.11 - Índice de Desempenho Energético (IDE)	29
Figura 4.12 - Custo mensal dos insumos energéticos (Eur/MWh).....	30
Figura 4.13 - Iluminação da fábrica.....	31
Figura 4.14 – Prensa 1D2B	34
Figura 4.15 – Fresadora	34
Figura 4.16 – Prensa Progressiva NF	34
Figura 4.17 – Prensa Progressiva	34
Figura 4.18 – Laminadora de Parafusos	34
Figura 4.19 – Laminadora de Porcas	34
Figura 4.20 – Máquina de Embalagens	34
Figura 4.21 – Forno	34
Figura 4.22 - Curva de rendimento de um motor elétrico [20].....	35
Figura 4.23 - Medição N-24651	36
Figura 4.24 - Curva característica motor 75 cv - Weg [21].....	37
Figura 4.25 - Medição de Fator de Potência - N-24651	37
Figura 4.26 - Potências medidas - P 385	39

Figura 4.27 - Medição Forno Contínuo T315	40
Figura 4.28 - Transformador XPTO Parafusos	41
Figura 4.29 - Potências medidas do transformador de 1000 kVA.....	42
Figura 4.30 - Fator de potência medido do transformador de 1000 kVA	42
Figura 4.31 - Potências medidas do transformador de 1500 kVA.....	43
Figura 4.32 - Fator de potência medido do transformador de 1000 kVA	43
Figura 4.33 – Diagrama do circuito pneumático [23].	47
Figura 4.34 - Diagrama do circuito pneumático com tomada de ar exterior [23].	47
Figura 4.35 - Sistema vibratório para alimentação de parafuso com bico soprador.	48
Figura 4.36 - Detetor de vazamento de ar comprimido por ultrassom.....	49
Figura 5.1 - Valores calculados das faturas de energia elétrica.....	50
Figura 5.2 - Simulação Tarifa Verde x tarifa Azul – Configuração futura	51
Figura 5.3 - Gráfico exemplificando os fluxos de processos de um sistema de gestão de energia [11].....	52
Figura 5.4 - Indicador de Desempenho Energético [11]	53
Figura 5.5 - Distribuição das luminárias do setor produtivo	56
Figura 5.6 - Distribuição das luminárias no setor administrativo.....	56
Figura Anexo I.0.1 - Esquema de ligação do medidor Fluke	87
Figura Anexo IV.0.1 - Luminária LED Industrial - Setor produtivo	87
Figura Anexo IV.0.2 - Luminária LED Quadrada - Setor administrativo.....	88

Lista de tabelas

Tabela 3.1 - Grupos e subgrupos tarifários.....	9
Tabela 3.2 - Variação do consumo com a temperatura de aspiração [14].....	16
Tabela 3.3 - Custos vazamentos em relação o tamanho do furo e pressão de trabalho [15]	17
Tabela 4.1 - Dados de Fornecimento.....	21
Tabela 4.2 - Dados de consumos energéticos.....	21
Tabela 4.3 – Consolidação dos consumos energéticos em 2018.....	28
Tabela 4.4 - Sistema de iluminação da empresa XPTO.	31
Tabela 4.5 - Sistema de ar condicionado da empresa XPTO.	32
Tabela 4.6 - Identificação dos equipamentos.	33
Tabela 4.8 - Características de operação dos compressores.....	46
Tabela 5.1 – Viabilidade energética - cenário 1	54
Tabela 5.2 - Viabilidade financeira - cenário 1	55
Tabela 5.3 - Viabilidade energética - cenário 2.....	57
Tabela 5.4 - Viabilidade financeira - cenário 2	57
Tabela 5.5 – Custo anual total das perdas de ar comprimido.....	58
Tabela A.0.1 - Relatório de vazamentos encontrados	66

Lista de siglas

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BEN	Balanço Energético Nacional
FP	Fator de Potência
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDE	Índice de Desempenho Energético
IR 1	Índice de Rendimento 1
IR 2	Índice de Rendimento 2
IR 4	Índice de Rendimento 4
IR	Índice de Rendimento
IRC	Índice de Reprodução de Cores
ISO	Organização Internacional de Normalização
LBE	Linha de Base Energética
LED	Light Emission Diode (Díodo Emissor de Luz)
NBR	Norma Brasileira Registrada
NR	Norma Regulamentadora
ONU	Organização das Nações Unidas
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PRODIST	Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional
REN	Resolução Normativa
SGEn	Sistema de Gestão de Energia
TE	Tarifa de Energia
THS	Tarifa Horó Sazonal
TUSD	Tarifa de Uso e Serviço de Distribuição

1. Introdução

A energia elétrica é um insumo importante para a indústria: quase 80% das empresas industriais a utilizam como principal fonte de energia conforme apresentado em [1]. A energia elétrica é utilizada em máquinas, motores e fornos, mantendo linhas de produção ativas, representa também uma das maiores despesas no orçamento da empresa. Para se ter uma ideia, em alguns segmentos da indústria a energia elétrica representa 10% do custo de produção [2].

O recente aumento em 18,2% da tarifa de energia elétrica no Brasil, anunciado em junho do ano de 2018 [1], teve grande impacto sobre as indústrias brasileiras, em especial no setor de fabrico de parafusos, por conta das características das máquinas utilizadas, dos processos produtivos e da necessidade de processos de tratamento térmico com objetivo de modificar as propriedades físicas e mecânicas, sem mudar a forma do produto. Tais processos são grandes consumidores de energia elétrica.

Alinhar a competitividade ao patamar das indústrias internacionais que são referência em eficiência energética é um dos desafios do parque industrial brasileiro. É preciso investir em inovação e tecnologia que permitam às empresas melhorar seus resultados e reduzir os altos custos operacionais, especialmente ligados à energia elétrica.

O setor industrial consome cerca de 41% da energia elétrica brasileira, onde aproximadamente 68% desta energia utilizada nas indústrias é consumida por motores, aliado a instalações antigas, onde cerca de 30% dos motores instalados possuem mais de 20 anos. Estima-se que a modernização dos sistemas permite reduzir o consumo de energia em até 60%, conforme [3].

De acordo com [4], a auditoria energética surge como uma ferramenta efetiva para contabilizar o consumo de energia, a eficiência energética dos seus equipamentos e as perdas implicadas, que através de uma análise aprofundada da qualidade de energia, tem como finalidade amortizar os custos sem prejudicar a produção.

Uma auditoria energética consiste em um levantamento aprofundado da situação energética através da análise das quantidades de energia utilizadas em cada uma das operações do processo de fabrico, conforme [5]. De acordo com [6], o objetivo de uma auditoria é apoiar o gestor de energia na seleção tecnológica mais adequada para possíveis investimentos em uma utilização racional da energia. Ainda, os dados recolhidos numa auditoria energética permitem estabelecer um conjunto de medidas conducentes à redução

dos consumos energéticos da empresa. Entretanto, para atingir as metas estipuladas em uma auditoria, deve-se compreender o conceito e os parâmetros de qualidade de energia elétrica.

Com isso, pode-se classificar como um distúrbio de qualidade de energia elétrica qualquer anomalia referente à tensão, corrente ou desvio de frequência, a qual acarrete problemas na operação de equipamentos elétricos. Deste modo, questões económicas estão diretamente relacionadas com a qualidade da energia elétrica, uma vez que distúrbios usuais poderão ocasionar mau funcionamento de equipamentos, aumentando o seu consumo, assim como causando possíveis avarias [7].

A indústria metalomecânica abrange todos os segmentos responsáveis pela produção e transformação de metais que, por sua vez, compreende os setores de fabricação, estamparia, forjaria, montagem, entre outros. A diversidade dos produtos depende de processos e, principalmente, equipamentos de grande porte utilizados em uma linha de produção.

Neste contexto, a empresa XPTO Parafusos optou por solicitar a realização de uma auditoria energética para identificação de consumos anómalos e assim planejar a implementação de soluções para o uso consciente de energia eléctrica, com o objectivo de reduzir custos e, conseqüentemente, aumentar a produtividade e competitividade da empresa.

1.1. Objetivos pretendidos

Este trabalho tem como principal objetivo a realização de uma auditoria energética a uma indústria do sector metalomecânico especializada no fabrico de parafusos e elementos fixadores. A análise da auditoria inicialmente realizada teve como objetivos de estudo:

- Apresentar a metodologia de facturação energética brasileira e os tipos de tarifação;
- Levantamento e análise crítica das características das instalações eléctricas, máquinas e equipamentos, sistema de iluminação, ar condicionado e sistema de ar comprimido, para identificação das condições de utilização de energia nas instalações através da quantificação dos consumos energéticos por setor, por utilização e por período horário;

- Avaliação preliminar do estado energético da empresa através da análise de informações existentes em faturas energéticas, registos de consumo e características dos equipamentos;
- Identificação de potenciais melhorias energéticas.

2. Auditorias energéticas

Este capítulo apresenta os objetivos e metodologia aplicada à auditoria energética na XPTO Parafusos.

Entende-se por auditoria energética o exame detalhado das condições de utilização de toda forma de energia na instalação. A auditoria permite conhecer onde, quando e como a energia é utilizada, qual a eficiência dos equipamentos e onde se verificam desperdícios de energia, para que assim seja indicado soluções para as anomalias detetadas, conforme referido em [8].

De acordo com [9], uma auditoria energética típica deverá ser capaz de atingir os seguintes objetivos:

- Quantificar os consumos energéticos por instalação global, principais seções e equipamentos e a sua importância no custo final do(s) produto(s);
- Efetuar uma inspeção visual dos equipamentos e/ou sistemas consumidores de energia, complementada pelas medições necessárias;
- Esclarecer como é transformada a energia e quais os seus custos;
- Efetuar um levantamento e caracterização detalhada dos principais equipamentos consumidores de energia, sobretudo, aqueles com maior peso em termos de potência instalada, quer elétrica, quer térmica;
- Obter diagramas de carga elétrica dos sistemas considerados grandes consumidores de eletricidade;
- Determinar a eficiência energética dos geradores de energia térmica, eventualmente existentes, pelo método das perdas ou direto;
- Verificar o estado das instalações de transporte e distribuição de energia;
- Verificar o funcionamento dos aparelhos de controlo e a regulação do equipamento de conversão e de utilização de energia;
- Realizar balanços de massa e de energia aos principais equipamentos consumidores de energia térmica;
- Determinar consumos específicos de energia durante o período de realização da auditoria, para posterior comparação com os valores médios mensais e anuais e detecção de eventuais variações sazonais;

- Identificar e quantificar as possíveis áreas onde as economias de energia são viáveis, como resultado das situações encontradas, das anomalias detectadas ou das medições efetuadas;
- Definir intervenções com viabilidade técnico-económica, condizentes ao aumento da eficiência energética e/ou a redução da fatura energética;
- Definir as linhas orientadoras para a implementação ou melhoria de um esquema operacional de Gestão de Energia.

Conforme [6] para a execução de uma auditoria energética a definição e o estabelecimento da sequência das ações que possibilitem obter um conhecimento profundo da instalação analisada, de modo a detectar, quantificar e tentar corrigir as perdas de energia existentes tem uma importância decisiva. As fases de uma auditoria dependem do seu escopo, da sua dimensão e do tipo das instalações a auditar. De uma maneira geral, pode-se considerar as seguintes fases:

- **Planeamento:**

A fase de planeamento de uma auditoria reveste-se de grande importância, constituindo uma etapa decisiva para a qualidade do trabalho a ser desenvolvido. Entre as diversas tarefas que devem ser realizadas nesta fase, destacam-se o estabelecimento de objetivos, a seleção da equipa auditora e a atribuição das devidas responsabilidades [4].

- **Trabalho de campo:**

Esta fase compreende na recolha de toda a informação possível e útil para a elaboração do relatório, consiste em fazer todas as medições necessárias, realizar a identificação das possibilidades reais de economia de energia e a análise das operações ou dos equipamentos mais consumidores de energia. Deve-se recolher toda a informação sobre a produção, os consumos energéticos totais, as faturas energéticas e os respectivos custos. Quando existirem equipamentos que são grandes consumidores de energia deve-se também fazer um balanço de massa e energia, com o intuito de determinar a quantidade de energia consumida, tendo em vista a sua regulação, controlo e manutenção mais adequada, assim como a implementação de sistemas de recuperação de energia [4].

- **Tratamento da informação;**

Realizam-se nesta fase os cálculos dos consumos específicos de energia por produto, setor, equipamento e o global da instalação. Determinam-se também as eficiências energéticas dos equipamentos maiores consumidores de energia de forma a fazer uma análise crítica e a compará-los com outros equipamentos que apresentem melhores rendimentos. Desta forma é feita uma análise do processo de forma a corrigir procedimentos de maneira a obter uma melhor eficiência energética, mas sem pôr em causa os níveis de produtividade e a qualidade do produto final [4].

- **Relatório com formulação de recomendações.**

Neste documento deve constar de forma organizada toda a informação recolhida, a análise sobre a situação energética da empresa, as situações encontradas, a identificação das anomalias e propostas as medidas consideradas mais convenientes para as anular ou diminuir. Este documento deverá apresentar aos gestores da empresa, de uma forma organizada, clara e concisa, toda a informação relevante sobre a situação energética da instalação. Ao elaborar o relatório, o auditor deverá ter presente a ideia de que a auditoria energética constitui o primeiro passo para a implementação de um processo contínuo de gestão de energia [6].

3. Revisão bibliográfica

Este capítulo apresenta as características dos itens que compõe uma fatura de energia elétrica, incluindo os grupos e as modalidades disponíveis no Brasil, além de fazer uma revisão bibliográfica em relação às características principais das tecnologias de gestão de energia, iluminação, sistema de ar comprimido e sistemas motrizes.

3.1. Estrutura tarifária de energia elétrica no Brasil

Para melhor entendimento da estrutura de cobrança de energia elétrica vigente no Brasil, é necessário, inicialmente, explicar os termos e as definições relacionados ao consumo de energia elétrica brasileira, conforme descrito no respectivo Manual de tarifação [10]:

Consumo de energia elétrica:

Energia elétrica consumida por uma carga de potência em um determinado intervalo de tempo. Expresso em kWh ou MWh.

Demanda:

Média das potências elétricas ativas ou reativas, solicitadas ao sistema elétrico pela parcela da carga instalada em operação na unidade consumidora, durante um intervalo de tempo especificado.

Demanda contratada:

Demanda de potência ativa a ser obrigatoriamente e continuamente disponibilizada pela concessionária, no ponto de entrega, conforme valor e período de vigência no contrato de fornecimento e que deverá ser integralmente paga, seja ou não utilizada durante o período de facturação, expressa em quilowatts (kW).

Demanda de ultrapassagem:

Parcela da demanda medida que excede o valor da demanda contratada, expressa em quilowatts (kW).

Grupo tarifário:

Refere-se à tensão elétrica na qual a unidade consumidora está interligada. Grupo A para alta tensão (acima de 2,3 kV) e Grupo B para baixa tensão (abaixo de 2,3 kV).

Horário de Ponta:

É o período de 3 (três) horas consecutivas exceto sábados, domingos e feriados nacionais, definido pela concessionária. Em algumas modalidades tarifárias, nesse horário a demanda e o consumo de energia elétrica têm preços mais elevados. A concessionária Enel (distribuidora de energia elétrica para a empresa em estudo) estabelece das 17:30 às 20:30 como período de ponta.

Horário Fora de Ponta:

Corresponde às demais 21 horas do dia, que não sejam às referentes ao horário de ponta. A concessionária Enel estabelece das 20:30 às 17:30 como período fora de ponta.

Tarifa Binômia:

Conjunto de tarifas de fornecimento, constituído por preços aplicáveis ao consumo de energia elétrica ativa (kWh) e à demanda faturável (kW). Esta modalidade é aplicada aos consumidores do Grupo A.

Tarifa Monômia:

Tarifa de fornecimento de energia elétrica, constituída por preços aplicáveis unicamente ao consumo de energia elétrica ativa (kWh). Esta tarifa é aplicada aos consumidores do Grupo B (baixa tensão).

No Brasil, as unidades consumidoras são classificadas em dois grupos tarifários: Grupo A e Grupo B. O agrupamento é definido, principalmente, em função do nível de tensão em que são atendidos e/ou tipo da instalação (tabela 3.1).

As unidades consumidoras atendidas em tensão abaixo de 2,3 kV são classificadas no Grupo B (baixa tensão). Em geral, estão nesta classe as residências, agências bancárias, pequenas oficinas, edifícios residenciais, uma vez que, na sua maioria são atendidos nas tensões de 127 ou 220 V. Por sua vez, os consumidores atendidos em alta tensão, acima de 2,3 kV, são classificados no Grupo A.

Tabela 3.1 - Grupos e subgrupos tarifários.

Grupo A (Alta tensão)	
Subgrupo	Característica
A1	230 kV ou mais
A2	88 a 138 kV
A3	69 kV
A3a	30 a 44 kV
A4	2,3 a 25 kV
AS	Subterrâneo

Grupo B (Baixa tensão)	
Subgrupo	Característica
B1	Residencial
B2	Rural
B3	Demais classes
B4	Iluminação pública

No Brasil, as tarifas do Grupo A são constituídas em três modalidades de fornecimento, descritas a seguir:

• **Estrutura tarifária Convencional**

A opção de enquadramento na estrutura tarifária Convencional somente é possível para as unidades consumidoras do Grupo A, subgrupos A3a, A4 e AS, quando a potência contratada for inferior a 300 kW.

Essa modalidade tarifária exige um contrato específico com a concessionária, no qual se pactua um único valor da potência pretendida pelo consumidor ('Demanda Contratada'), independentemente da hora do dia (ponta ou fora de ponta). A fatura de energia elétrica desses consumidores é composta da soma de parcelas referentes ao consumo (1), demanda (2) e, caso exista, demanda de ultrapassagem (3).

$$\text{Consumo} = \text{Tarifa de consumo} \times \text{Consumo medido} \quad (3.1)$$

$$\text{Demanda} = \text{Tarifa de demanda} \times \text{demanda contratada} \quad (3.2)$$

$$\text{Demanda de ultrapassagem} = \text{Tarifa de ultrapassagem} \times (\text{Demanda medida} - \text{Demanda Contratada}) \quad (3.3)$$

• **Estrutura tarifária horo-sazonal Verde**

A opção de enquadramento na estrutura tarifária Verde somente é possível para as unidades consumidoras do Grupo A, subgrupos A3a, A4 e AS.

Essa modalidade tarifária exige um contrato específico com a concessionária, no qual se pactua a demanda pretendida pelo consumidor ('Demanda Contratada'), independentemente da hora do dia (ponta ou fora de ponta). A fatura de energia elétrica desses consumidores é composta da soma de parcelas referentes ao consumo (na ponta e fora dela) (4), demanda (5) e ultrapassagem (6). A parcela de ultrapassagem é cobrada apenas quando a demanda medida ultrapassa em mais de 10% a Demanda Contratada.

$$\text{Consumo} = (\text{Tarifa de consumo na Ponta} \times \text{Consumo medido na Ponta}) + (\text{Tarifa de consumo Fora de Ponta} \times \text{Consumo medido Fora de Ponta}) \quad (3.4)$$

$$\text{Demanda} = \text{Tarifa de demanda} \times \text{demanda contratada} \quad (3.5)$$

$$\text{Demanda de ultrapassagem} = \text{Tarifa de ultrapassagem} \times (\text{Demanda medida} - \text{Demanda Contratada}) \quad (3.6)$$

• **Estrutura tarifária horo-sazonal Azul.**

Aos consumidores dos subgrupos A1, A2 ou A3, é obrigatório o enquadramento na estrutura tarifária horo-sazonal azul e opcional para os consumidores dos subgrupos A3a, A4 e AS.

Essa modalidade tarifária exige um contrato específico com a concessionária, no qual se pactua tanto o valor da demanda pretendida pelo consumidor no horário de ponta

(Demanda Contratada na Ponta) quanto o valor pretendido nas horas fora de ponta (Demanda Contratada fora de Ponta). A fatura de energia elétrica desses consumidores é composta pela soma de parcelas referentes ao consumo (7) e demanda (8) e, caso exista, ultrapassagem (9). Em todas as parcelas observa-se a diferenciação entre horas de ponta e horas fora de ponta. A parcela de ultrapassagem é cobrada apenas quando a demanda medida ultrapassa a Demanda Contratada acima dos limites de tolerância (5% para os sub-grupos A1, A2 e A3 e 10% para os demais sub-grupos).

$$\text{Consumo} = (\text{Tarifa de consumo na Ponta} \times \text{Consumo medido na Ponta}) + (\text{Tarifa de consumo Fora de Ponta} \times \text{Consumo medido Fora de Ponta}) \quad (3.7)$$

$$\text{Demanda} = (\text{Tarifa de Demanda na Ponta} \times \text{Demanda contratada na Ponta}) + (\text{Tarifa de Demanda Fora de Ponta} \times \text{Demanda contratada Fora de Ponta}) \quad (3.8)$$

$$\text{Demanda de ultrapassagem} = \text{Tarifa de ultrapassagem na Ponta} \times (\text{Demanda medida na ponta} - \text{Demanda Contratada na Ponta}) + \text{Tarifa de ultrapassagem Fora de Ponta} \times (\text{Demanda medida Fora de ponta} - \text{Demanda Contratada Fora de Ponta}) \quad (3.9)$$

3.2. Gestão de energia

O conceito de gestão de energia surge a partir da constatação de que iniciativas isoladas de eficiência energética, mesmo se adotadas adequadamente na organização, não se perpetuam ao longo do tempo. De forma geral, mudanças de tecnologia pontuais, sem o devido acompanhamento sistemático das organizações, não gera valor ou consistência ao longo do tempo. Em função disso, passou a ser demandado um mecanismo mais sofisticado do uso racional da energia, que garantisse que os benefícios decorrentes da eficiência energética fossem percebidos de forma permanente e continuada.

A aplicação dos preceitos da gestão de energia permite desenvolver a cultura consciente e cuidadosa em relação ao uso da energia, para que seja entendida e absorvida por todos os membros da empresa. Além disso, proporciona, de forma pragmática, que a

acompanhamento e controle do uso da energia passe a ser uma componente permanente das atividades e estratégias da organização.

A NBR ISO 50001 – Sistema de Gestão de Energia (SGEn) foi criada em 2011 com o intuito principal de estabelecer requisitos mínimos e específicos que garantam a melhoria contínua do desempenho energético da organização. O atendimento destes requisitos leva a organização a buscar continuamente a redução de seu consumo de energia, o aumento da eficiência energética de seus processos e o melhor e mais adequado uso da energia necessária para viabilizar as suas atividades. Os resultados diretos da aplicação da norma incluem a redução dos custos de produção e o aumento da segurança energética. Indiretamente, são reduzidas as emissões de gases do efeito estufa e, assim, atenuadas as mudanças climáticas.

De acordo com o guia referido em [11] a norma ISO 50001 tem por objetivos:

- Dar suporte às organizações para que estabeleçam usos e consumos mais adequados de energia;
- Criar uma comunicação fácil e transparente a respeito da gestão sobre recursos energéticos;
- Promover as melhores práticas de gestão energética e reforçar os ganhos com a aplicação da gestão da energia;
- Suportar a avaliação e priorização de implantação de novas tecnologias mais eficientes no uso da energia;
- Estabelecer um cenário para promoção da eficiência energética através da cadeia de suprimento;
- Favorecer a melhoria da gestão da energia em conjunto a projetos de redução de gases de efeito estufa;
- Permitir a integração com outros sistemas de gestão organizacionais tais como ambiental e de saúde e segurança.

3.3. Tecnologias de iluminação

A iluminação é um fator determinante para a boa produtividade no setor industrial, uma vez que um local bem iluminado propicia menor fadiga, menor incidência de erros, maior conforto e redução de problemas visuais.

Em geral, o sistema de iluminação é projetado para a pior situação, ou seja, normalmente para períodos noturnos. Por outro lado, durante o dia, quando há iluminação natural, acabam por permanecer ligados por falta de aberturas com o exterior ou por descuido dos trabalhadores. O aproveitamento da iluminação natural em uma edificação influencia na qualidade da luz, comunicação com o exterior, conservação de energia, entre outros benefícios.

Os principais desperdícios de energia em relação à iluminação se dão pelos seguintes fatores: tecnologia com baixa eficiência utilizada, manutenção precária, iluminação desnecessária, falta de iluminação natural, falta de interruptores das luminárias e hábitos de uso inadequados.

As luminárias com lâmpadas fluorescentes tubulares são largamente utilizadas em indústrias, porém apresentam eficiência bastante baixa uma vez que parte do fluxo luminoso produzido pelas lâmpadas não chegam aos postos de trabalho.

3.3.1. Lâmpada LED

Os díodos emissores de luz (LED) são componentes eletrônicos que emitem luz com um baixo consumo de energia elétrica. Nos últimos anos a eficiência e a durabilidade dos LEDs tiveram um aumento significativo o que permitiu que as lâmpadas LED se tornassem uma alternativa às lâmpadas convencionais. Por outro lado, o custo desta tecnologia vem caindo graças às melhorias no processo produtivo e à popularização deste tipo de lâmpada. As lâmpadas LED são produzidas em diversos modelos, sendo os principais os de bulbo (Figura 3.1) e os tubulares (Figura 3.2). As principais vantagens dos LEDs são: longa duração, alta eficiência luminosa, variedade de cores, dimensões reduzidas, ausência de radiação ultravioleta, baixa geração de calor e baixo consumo de energia.

Suas principais características são:

- Vida útil: de 25000 horas a 60000 horas;
- Eficiência luminosa: em média 100 lm/W;
- Geração de calor: baixa;
- Principais aplicações: comércio, indústrias, residências, etc.



Figura 3.1 - Lâmpada LED de bulbo [12]



Figura 3.2 - Lâmpada LED tubular [12]

3.3.2. Balastros eletrônicos

Nos locais expostos à iluminação solar, as necessidades de iluminação artificial variam conforme a hora do dia. Nessas situações os balastros eletrônicos com regulação de fluxo permitem economias acentuadas e um aumento do conforto, conforme figura 3.3.

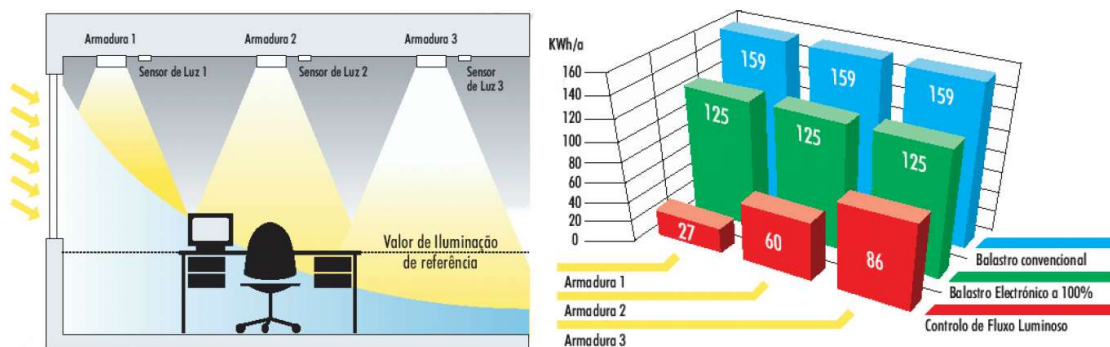


Figura 3.3 - Economia alcançada com balastros eletrônicos com regulador de fluxo [13]

3.3.3. Sistema de controlo

Os sistemas de controlo, são dispositivos que regulam a operação do sistema de iluminação em resposta a um sinal externo. Entre esses sistemas destacam-se os seguintes:

- Controlo manual localizado;
- Controlo sensível à ocupação;
- Controlo temporizado;
- Controlo sensível ao nível de iluminação.

A escolha apropriada do sistema de controlo da iluminação, proporciona economias elevadas que podem atingir 50% do consumo, conforme descrito em [13].

Tanto as comutações automáticas como manuais contribuem para a diminuição do tempo de vida das lâmpadas. Contudo este efeito é mínimo quando comparado com as economias proporcionadas por um adequado sistema de controlo. Contudo deve-se assegurar que as lâmpadas controladas vão estar normalmente desligadas por períodos superiores a 3 minutos, evitando assim o efeito liga-desliga.

3.4. Perdas do sistema de ar comprimido

Os processos onde se utilizam ar comprimido, promovem perdas de energia. Essas perdas de energia, por sua vez, são atribuídas a diversos fatores, sendo que os principais estão relacionados na figura 3.4 [14].

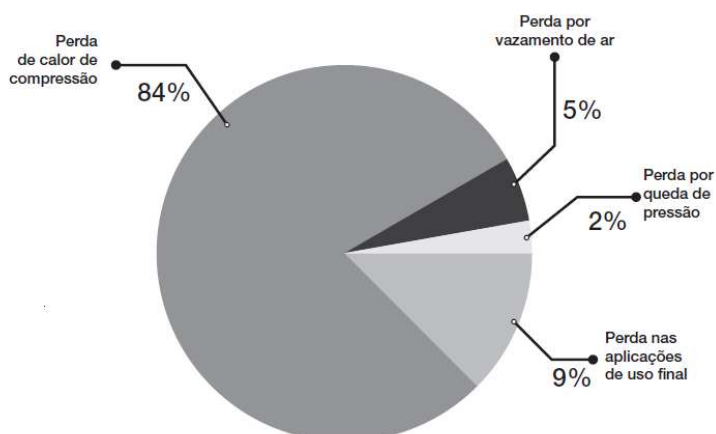


Figura 3.4 - Composição das perdas de energia no processo de compressão do ar [14].

Um dos principais fatores que pode levar a uma grande perda de energia no processo de compressão do ar é um aumento de temperatura na captação do ar externo, ou seja, quanto mais quente for a captação do ar externo, maior será agitação das moléculas, quando captado este ar com grande agitação aumentará a temperatura interna do compressor, aumenta a produção de condensado e conseqüentemente um maior consumo de energia elétrica. Entretanto quanto menor a temperatura de aspiração, menor será o consumo de energia, neste caso ocorrerá uma economia de energia na produção, pois este ajudará no resfriamento do compressor. Essa relação poderá ser analisada na Tabela 3.2.

Tabela 3.2 - Variação do consumo com a temperatura de aspiração [14]

TEMPERATURA DO AR DE ASPIRAÇÃO	POTÊNCIA ECONOMIZADA OU INCREMENTADA
(°C)	Temperatura de referência 21°C
-1,0	7,5 % (economizado)
4,0	5,7 % (economizado)
10,0	3,8 % (economizado)
16,0	1,9 % (economizado)
21,0	0,0
27,0	1,9 % (incrementado)
32,0	3,8 % (incrementado)
38,0	5,7 % (incrementado)
43,0	7,6 % (incrementado)
49,0	9,5 % (incrementado)

Outro fator que gera uma enorme perda de energia é através de fugas de ar por furos ou más conexões no sistema de distribuição ou nos equipamentos de utilização.

Quando se trata dos equipamentos de utilização, um dos grandes problemas de perda de energia por vazamento são os engates rápidos; estes trazem uma grande vantagem nas manutenções ou substituição dos equipamentos no mesmo ponto de conexão. São peças formadas por engates de plástico que ressecam com o tempo ou mesmo quebram pela própria utilização.

Outra causa de grandes vazamentos é através da rede de distribuição de ar, que muitas vezes por falta de manutenção ou até mesmo instalação do sistema por pessoas sem conhecimento adequado para tais ações, leva a um grande desperdício de energia. Na falta de manutenção, ocorre pela não substituição de conexões antigas ou mesmo as tubulações por tecnologias mais recentes, principalmente quando utiliza tubos de plástico para realizar a distribuição. Em seu dessecação provoca vazamentos ou rompimento nos engates.

Todos os sistemas de ar comprimido estão sujeitos a vazamentos e não são raras perdas de até 40% de todo o ar comprimido produzido. Portanto, identificar, eliminar e reduzir os vazamentos de ar comprimido é uma das maneiras mais simples e eficientes de economizar energia. Na tabela 3.3 é possível verificar o custo de um vazamento de acordo com a pressão de trabalho e o tamanho do furo.

Tabela 3.3 - Custos vazamentos em relação o tamanho do furo e pressão de trabalho [15]

Tamanho do vazamento	Perda de ar		Perda de energia		Custos		
	Diâmetro (mm)	6 bar (l / s)	12 bar (l / s)	6 bar (kWh)	12 bar (kWh)	6 bar (€)	12 bar (€)
1		1.2	1.8	0.3	1.0	144	480
3		11.1	20.8	3.1	12.7	1,488	6,096
5		30.9	58.5	8.3	33.7	3,984	16,176
10		123.8	235.2	33.0	132.0	15,840	63,360

3.5. Sistemas motrizes

O setor industrial brasileiro consome cerca de 40% da energia elétrica do país e 70% da energia utilizada na indústria é consumida por motores elétricos, conforme [16]. Como iniciativa para redução do consumo de energia, em 2009 entrou em vigor a portaria nº 553, que estabelece níveis mínimos de rendimentos para máquinas e equipamentos.

Em complemento à lei, em 2013 foi revista a Norma NBR 17094-1 que especifica valores mínimos de rendimento para duas classes de produtos: IR2 e IR3. Desta forma, fabricantes de máquinas e consumidores finais devem utilizar produtos que atendam, ao menos, a este nível de rendimento.

Em agosto de 2019 entrou em vigor a nova lei de eficiência energética (Portaria do Ministério de Minas e Energia Nº553), que determina o nível mínimo de rendimento em IR3, além da ampliação da faixa de potência, que passa a incluir os motores de 0,16 a 500 cv, de 2 a 8 polos – válido para todos os motores comercializados, sejam novos ou usados.

Com essa definição, o Brasil passa a ser um dos pioneiros na adoção de um nível mínimo de rendimento para motores trifásicos, junto a países como os Estados Unidos e Canadá.

Porém, apesar de positivas, as exigências não abrangem os equipamentos já estão instalados e sem previsão de substituição. A modernização de sistemas industriais permite até 60% de redução de consumo com ações de rápida implementação. A figura 3.5 ilustra a evolução do rendimento dos motores ao longo dos anos.

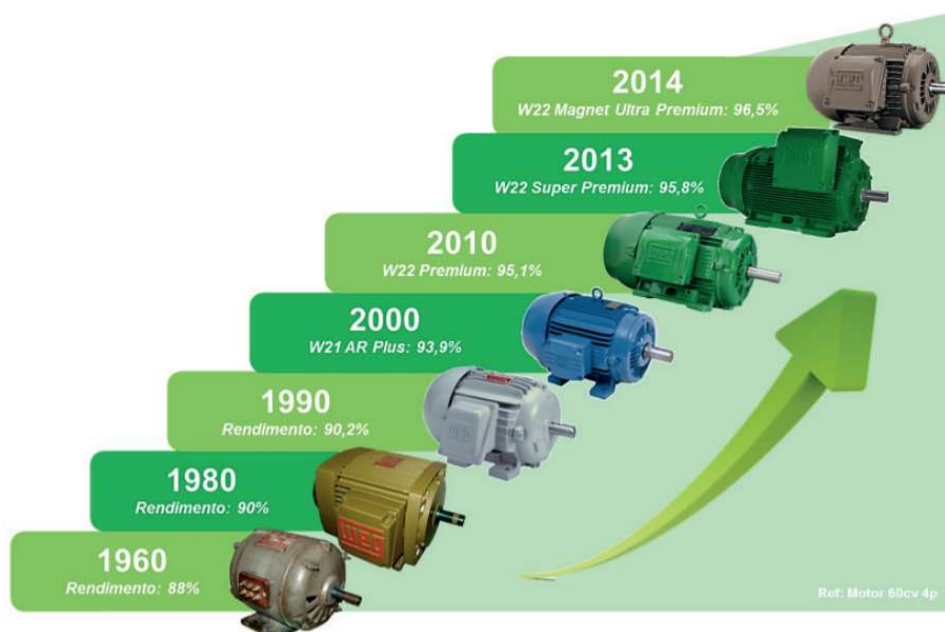


Figura 3.5 - Evolução dos rendimentos dos motores elétricos [16]

Decisões baseadas somente em orçamentos ou em valores investidos na aquisição podem levar a equívocos. Mais que o investimento inicial, é preciso fundamentalmente considerar o custo operacional, ou seja, as despesas durante toda a vida útil do motor elétrico.

Comprovadamente, o consumo de energia elétrica concentra os maiores custos em todo o período, cerca de 95%, conforme [16]. Assim, o valor adicional, cerca de 3 a 5%, com a aquisição de uma solução de alto rendimento retorna na forma de economia com o insumo, tornando essa equação extremamente vantajosa a médio e longo prazo.

Um motor elétrico que não é preservado de maneira correta e não é feita a manutenção no momento certo corre o risco de quebrar e provocar uma parada de produção inesperada. Pode não parecer, mas os custos envolvidos nesse tipo de situação vão muito além do reparo do equipamento, envolvendo os custos relativos a parada e não produtividade e custos de energia elétrica. Em relação aos motores elétricos, os custos de aquisição de um motor de alto rendimento é apenas a ponta de um imenso iceberg, conforme figura 3.6.



Figura 3.6 - Custos de um motor elétrico ao longo do tempo [16]

4. Análise e caracterização da instalação industrial

A empresa XPTO Parafusos, onde foi desenvolvida a auditoria energética, é uma indústria brasileira, fabricante e comercializadora de parafusos e elementos de fixação para o setor de automóveis, eletroeletrônica, eletrodoméstico e para uso geral, estando presente no mercado desde 1954. Localiza-se na cidade de Diadema, no Estado de São Paulo, Brasil.

4.1. Identificação e caracterização da instalação

No processo produtivo da instalação em análise são encontrados quatro consumos energéticos: energia elétrica, metanol, propano e GLP (Gás Liquefeito de Petróleo). A energia elétrica está presente em todas as etapas do processo de produção e atividades administrativas. O metanol, propano e GLP são utilizados na etapa de tratamento térmico dos parafusos, onde são injetados diretamente nos fornos para o controle e enriquecimento da atmosfera interna. O GLP também é utilizado no abastecimento das empilhadoras, utilizadas para a movimentação de matéria prima ao longo do processo produtivo e dos produtos acabados ao estoque.

O suprimento de energia é um sistema trifásico, derivado a partir da rede aérea de 13,8 kV, disponibilizado pela concessionária de energia Enel e conectada à subestação, interligando as fases da rede de distribuição aos equipamentos de medição e transformadores redutores principais. A energia é comprada no mercado livre através da empresa “Ecom”. O esquema elétrico geral da empresa é apresentado na Figura 4.1.

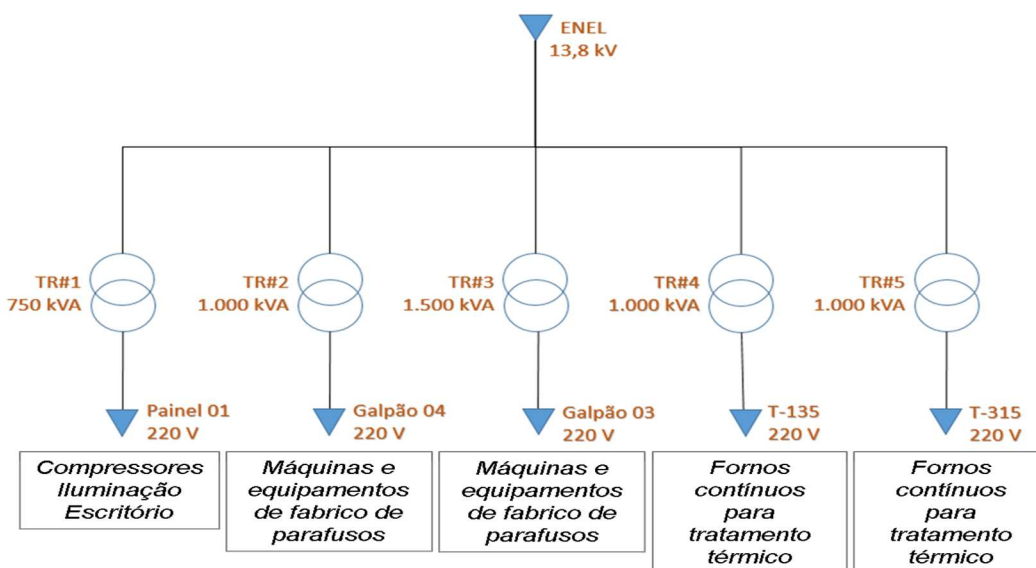


Figura 4.1 - Esquema elétrico geral.

Na tabela 4.1 são apresentados os dados de contratação e fornecimento de energia elétrica, enquanto na tabela 4.2 são apresentados os dados de consumo energéticos utilizados na empresa XPTO Parafusos.

Tabela 4.1 - Dados de Fornecimento.

Matrícula	10010760
Distribuidora de energia	Enel
Modalidade Tarifária	THS VERDE LIVRE A4
Tensão de Fornecimento	13.800 V
Potência Contratada	2.000 kW

Tabela 4.2 - Dados de consumos energéticos

Fonte de energia	Consumo médio	Equivalência em MWh/Mês	Equivalência em tep/mês
Elétrica	612 MWh/mês	612 MWh/mês	52,63 tep/mês
Propano	522 kg/mês	6 MWh/mês	0,52 tep/mês
GLP	4.351 kg/mês	51 MWh/mês	4,39 tep/mês
Metanol	652 kg/mês	4 MWh/mês	0,34 tep/mês

A Figura 4.2, mostra o fluxo de insumos energéticos dentro da empresa XPTO Parafusos, juntamente com o consumo aproximado por tipo de sistema, esses valores foram obtidos através da coleta de dados das faturas de energia e faturas de compras dos insumos do ano de 2018 e levando em consideração, a potência instalada e o tempo de utilização. A partir desta visão geral, podemos destacar os sistemas térmicos como o sistema de maior representatividade dentro da indústria, seguido pelos sistemas motrizes, responsáveis pelo acionamento das máquinas na produção e pelo sistema de ar comprimido, presente em todas as máquinas.

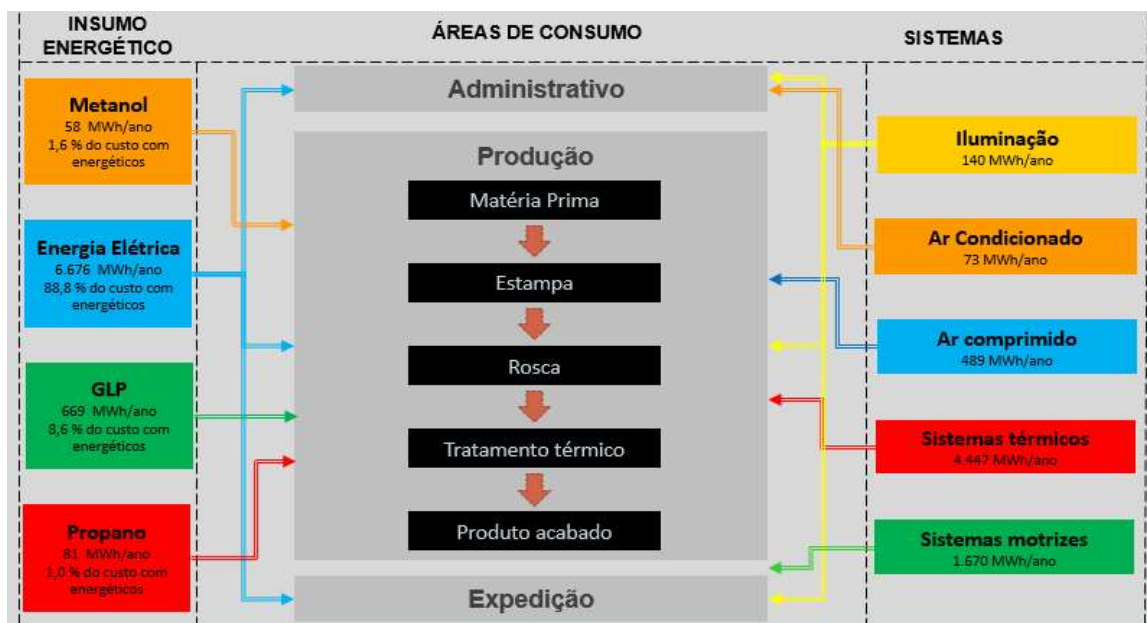


Figura 4.2 - Fluxo de material, insumos energéticos e sistemas utilizados

Foram identificadas as principais perdas de energia presentes na XPTO Parafusos, onde a figura 4.3 mostra o Diagrama de Sankey, a evidenciar os insumos energéticos com os sistemas utilizados, demonstrados na figura 4.2, e elencando as perdas estimadas por sistemas. Essas perdas serão abordadas e explicadas individualmente no decorrer do capítulo, em linhas gerais essas perdas ocorrem pela presença de equipamentos de baixo rendimento e pelo não aproveitamento de todo trabalho disponibilizado, uma vez que em muitos momentos durante este trabalho de campo foram observadas máquinas ligadas e sem produzir, forno ligado para manter a temperatura padrão e com suas esteiras funcionando por aproximadamente 30 a 45 minutos a cada troca de lote. Foram evidenciadas lâmpadas acesas e máquinas de AVAC ligadas desnecessariamente, vazamentos de ar comprimido, conforme relatório de vazamento no Apêndice A.

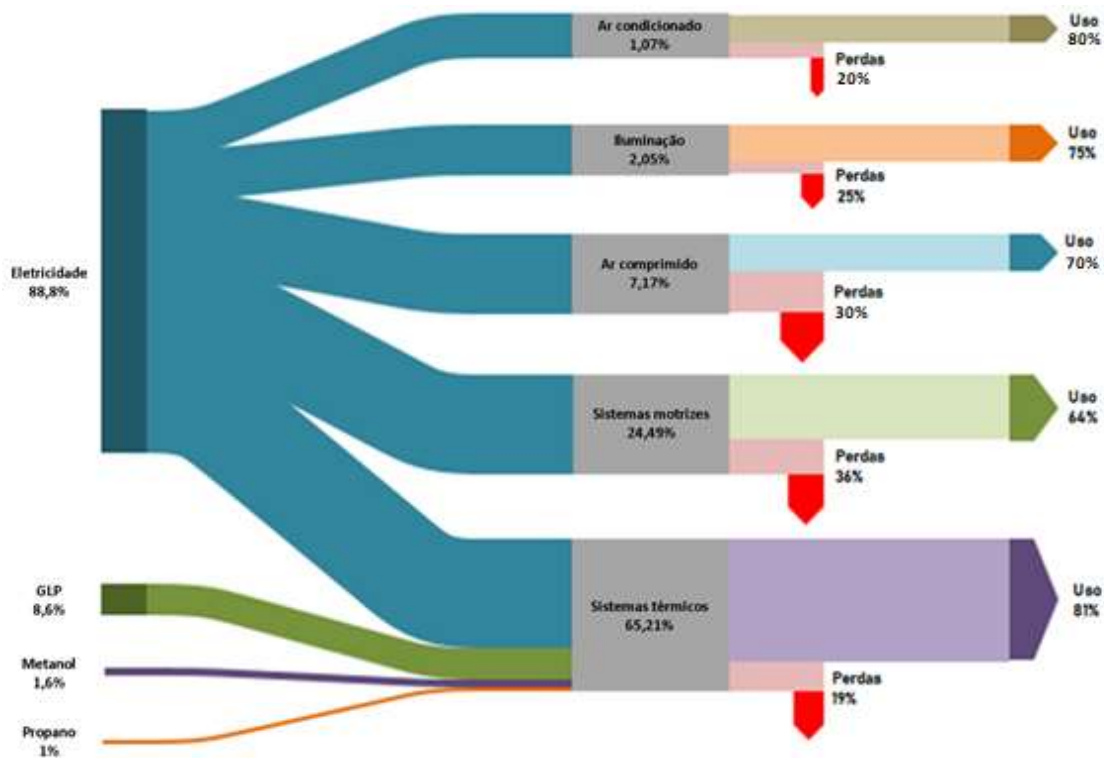


Figura 4.3 – Diagrama de Sankey

4.2. Análise detalhada das faturas de eletricidade dos últimos meses

O fornecimento de energia elétrica para a XPTO Parafusos é realizado pela concessionária Enel, sendo um consumidor de energia livre e assim sua energia é comercializada pela empresa Ecom. O valor médio pago pelo consumo de energia elétrica é cerca de 0,09 €/kWh. A empresa se enquadra hoje na Tarifação Horó Sazonal Verde A4, com compra de energia feita no mercado livre, com uma potência contratada de 2.000 kW junto da concessionária Enel. Esta potência fica bem acima da potência média e da máxima registada no período (1.548 kW e 1.762 kW, respetivamente).

Para as análises a seguir foi utilizado como base de cálculo as faturas de energia elétrica da empresa XPTO Parafusos no período de 12 meses, de janeiro a dezembro de 2018, conforme figura 4.4.

2018	DEMANDA		ENERGIA ATIVA		TUSD TOTAL				ENERGIA REATIVA		IMPOSTOS E DEMAIS TAXAS	FATURA ENEL	FATURA E-COM	VALOR TOTAL
	Horário Ponta	Horário Fora de Ponta	Horário Ponta + Horário Fora de Ponta		Horário Ponta		Horário Fora de Ponta		Horário Ponta + Horário Fora de Ponta					
			kWh	€	kWh	€	kWh	€	VAR	€				
	kW	kW	kW	€	kWh	€	kWh	€	VAR	€				
jan	1.341	1.609	625.081	27.496	69.061	4.250	556.020	5.256	220.833	1.000	8.904	22.193	27.496	49.689
fev	1.398	1.762	583.862	25.726	63.788	3.934	520.074	4.927	195.936	817	9.046	21.518	25.726	47.243
mar	1.324	1.640	673.825	30.707	71.906	4.427	601.919	5.699	231.574	930	8.865	22.704	30.707	53.411
abr	1.337	1.527	619.444	24.222	68.281	4.179	551.163	5.203	211.512	891	8.977	22.017	24.222	46.239
mai	1.347	1.699	716.801	53.673	78.912	4.836	637.890	6.029	233.162	697	8.652	22.984	53.673	76.657
jun	1.294	1.391	686.626	35.858	77.165	4.708	609.461	5.736	229.127	879	8.726	22.806	35.858	58.664
jul	964	1.158	536.324	21.509	59.387	4.016	476.937	6.755	203.724	1.523	6.503	21.657	21.509	43.166
ago	1.337	1.636	521.884	28.136	62.785	4.287	459.100	6.732	188.783	1.219	6.075	21.181	28.136	49.317
set	1.452	1.633	688.138	36.175	74.486	5.114	613.653	9.033	213.369	488	4.913	22.433	36.175	58.608
out	1.515	1.645	727.699	37.651	84.404	5.805	643.295	9.476	233.505	591	4.247	23.009	37.651	60.659
nov	1.366	1.569	559.220	29.398	65.462	4.504	493.758	7.267	182.323	702	5.743	21.108	29.398	50.506
dez	1.262	1.315	408.373	21.468	43.096	2.973	365.277	5.391	148.674	1.079	7.342	19.685	21.468	41.153
TOTAL	15.937	18.584	7.347.277	372.019	818.732	53.032	6.528.545	77.503	2.492.521	10.816	87.993	263.293	372.019	635.312

Figura 4.4 - Consolidação das faturas de energia de 2018.

A composição dos custos médios de uma fatura de energia elétrica é necessária para uma visão geral do perfil do consumo elétrico da empresa. A figura 4.5 apresenta a composição do custo médio anual da fatura de energia elétrica em termos percentuais.

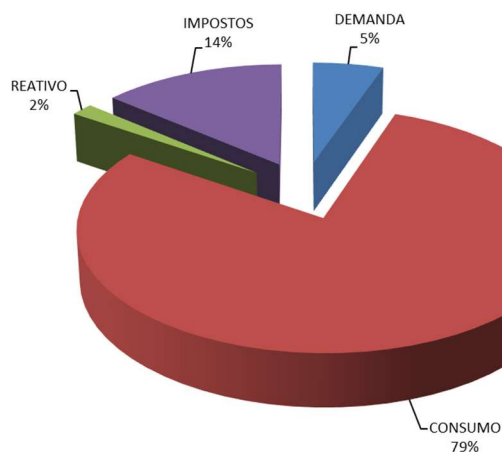


Figura 4.5 - Composição do Custo Anual da Fatura.

A figura 4.6 e 4.7 apresentam uma estimativa com o comparativo da Tarifa Horosazonal verde A4 com a Tarifa Horosazonal azul A4. A análise foi realizada utilizando como base de cálculo as faturas de 12 meses, de janeiro a dezembro de 2018, bem como os valores praticados pela concessionária Enel para a Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD para Demanda e Energia), conforme regulação [17], e os valores da energia firmados em contrato junto da Ecom.

2018	THS VERDE (Real)	THS AZUL (Calculado)
jan	EUR 49.953,61	EUR 52.077,01
fev	EUR 46.961,41	EUR 49.474,31
mar	EUR 54.206,40	EUR 55.985,43
abr	EUR 46.489,12	EUR 48.605,42
mai	EUR 78.511,35	EUR 79.395,81
jun	EUR 60.081,70	EUR 61.287,25
jul	EUR 41.696,58	EUR 45.214,90
ago	EUR 48.377,76	EUR 51.310,99
set	EUR 60.069,56	EUR 61.237,23
out	EUR 63.195,68	EUR 63.439,89
nov	EUR 50.391,05	EUR 52.642,99
dez	EUR 37.895,63	EUR 42.713,56
TOTAL	EUR 637.829,87	EUR 663.384,80

Figura 4.6 – Valores reais e calculados das faturas de energia elétrica.

Analisando a figura 4.6 e 4.7 pode-se observar que mantendo as características de operação atual da empresa, mostra-se mais viável sua manutenção na Tarifa Hora sazonal Verde A4, uma vez que a tarifação horo sazonal verde A4 totalizou um custo de 637.829€, enquanto a tarifação horo sazonal azul A4 totalizaria um custo de \cong 663.384€, configurando um aumento do custo da energia elétrica de \cong 4% anual.

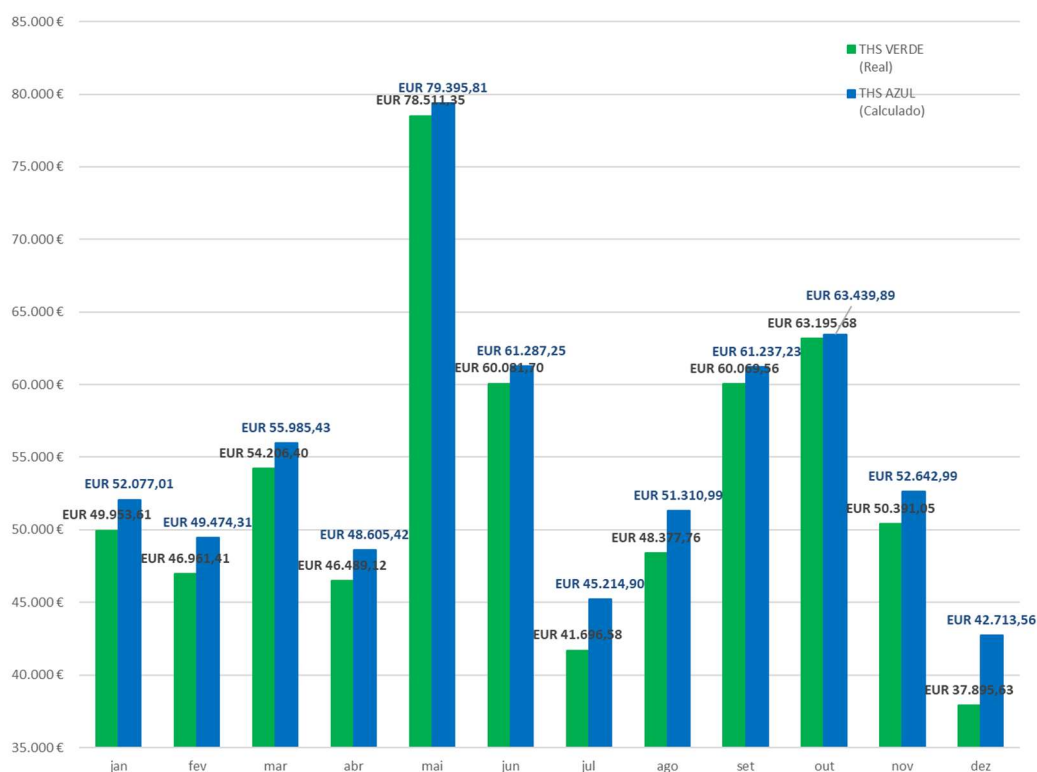


Figura 4.7 - Simulação Tarifa Verde x tarifa Azul – Configuração atual.

Em relação à potência contratada, durante o ano de 2018 a potência média registada foi de 1.328 kW no horário de ponta (17:30 às 20:30) e de 1.548 kW no horário fora de ponta (20:30 às 17:30), frente a uma potência contratada de 2.000 kW. Desse modo, observa-se que existe potência não utilizada, conforme mostra a figura 4.8.

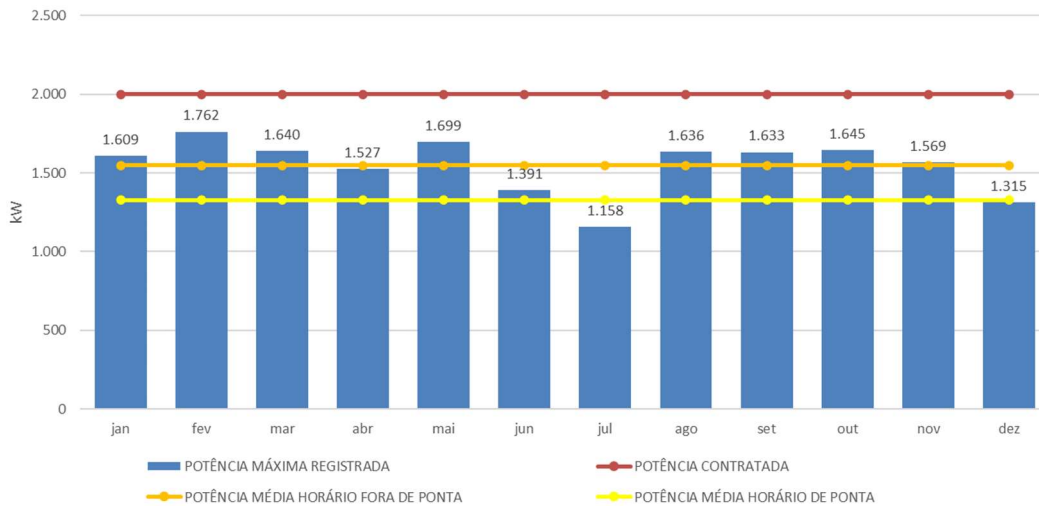


Figura 4.8 - Potência máxima registada x Potência contratada x Potências médias.

Com base dessa informação, realizando-se uma nova simulação com os dados otimizados de potência contratada (1.450 kW para o horário fora de ponta e 1.250 kW para o horário de ponta que são valores abaixo dos valores médios medidos durante o período analisado), a Tarifação Horo Sazonal azul passa a ser mais vantajosa mesmo tendo potências de ultrapassagens e tarifas adicionais em alguns meses, porém tais ultrapassagens só são cobradas quando efetivamente ultrapassam 10% da potência contratada.

Segundo regulação em [18], a energia elétrica reativa é aquela que circula entre os diversos campos elétricos e magnéticos de um sistema de corrente alternada, sem efetivamente produzir trabalho e é expressa em kvarh. Esta mesma regulação [18], em sua seção IV, trata do fator de potência de referência, indutivo ou capacitivo, definindo o valor de limite mínimo permitido, para as unidades consumidoras do grupo A, o valor de 0,92. A unidade consumidora que exceder o limite mínimo permitido, será aplicado cobrança adicional ao faturamento regular da instalação. A figura 4.9 apresenta o histórico das cobranças reativo na fatura de energia elétrica.

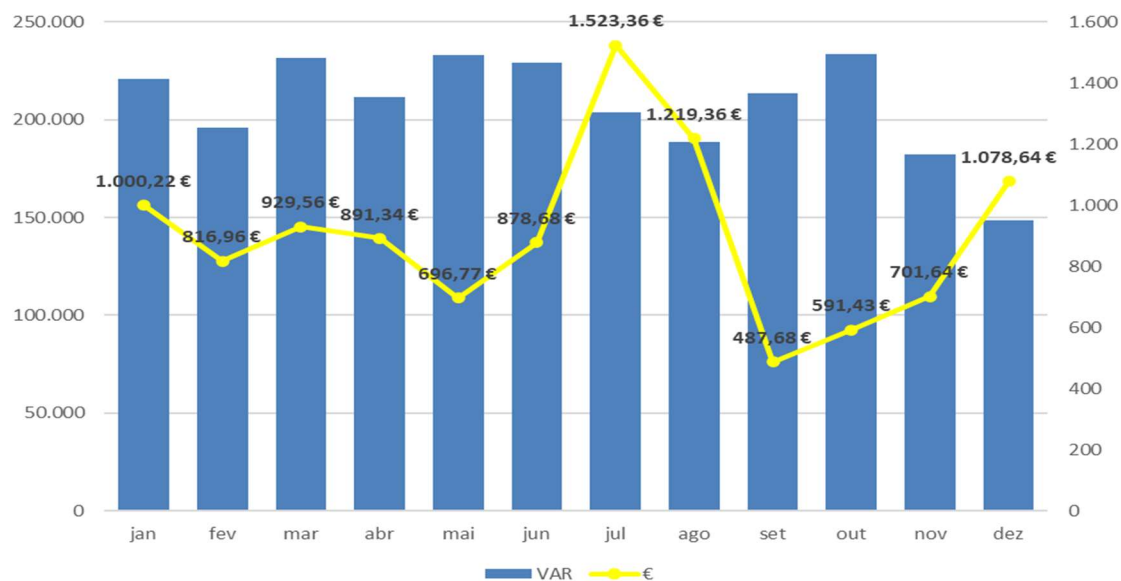


Figura 4.9 – Valores pagos por excedente de energia reativa.

Avaliando as faturas do período em questão (janeiro a dezembro de 2018), observa-se um custo extra com energia reativa, com uma média mensal de energia reativa excedente de 207,7 kvarh, o que acarreta em um fator de potência médio de 0,78. A quantidade de energia reativa é um ponto de destaque, pois mesmo com um banco de condensadores instalados, o valor adicional pago pelo excedente de energia reativa consumida chega a $\cong 10.816$ € ao ano.

4.3. Gestão de energia

A gestão de energia é extremamente importante para o planejamento estratégico de qualquer companhia. Ela permite relacionar os custos com insumos energéticos com produção desenvolvida e assim direcionam a tomada de decisão para projetos, substituição de equipamentos ou aprimoramento de tecnologia. Logo, uma das formas de acompanhamento e monitoramento da utilização dos recursos, dentro de uma planta produtiva, é por meio de indicadores de eficiência energética.

Para a energia total, são considerados o consumo de qualquer insumo que tenha a função de gerar energia para o desenvolvimento de trabalho. Desse modo, foram somados os consumos referentes a energia elétrica e a energia proveniente do metanol, GLP e propano, conforme pode ser visto na tabela 4.3.

Tabela 4.3 – Consolidação dos consumos energéticos em 2018.

MÊS/ANO	PRODUÇÃO TOTAL	PROPANO				GÁS GLP				METANOL				ELETRICIDADE			CONSUMO ENERGÉTICO TOTAL
	ton	kg	Custo	MWh	TEP	kg	Custo	MWh	TEP	I	Custo	MWh	TEP	Custo	MWh	TEP	MWh
jan	952	509	EUR 549	6,55	0,56	9.937	EUR 10.720	127,33	10,95	824	EUR 829	4,82	0,41	EUR 49.953,61	574,07	49,36	712,78
fev	1.013	542	EUR 584	6,97	0,60	10.565	EUR 11.397	135,37	11,64	854	EUR 882	5,00	0,43	EUR 46.961,41	533,92	45,91	681,26
mar	1.061	568	EUR 612	7,30	0,63	11.073	EUR 11.945	141,89	12,20	895	EUR 924	5,24	0,45	EUR 54.206,40	615,46	52,92	769,89
abr	1.004	810	EUR 873	10,42	0,90	3.335	EUR 3.598	42,73	3,67	636	EUR 657	3,72	0,32	EUR 46.489,12	567,52	48,80	624,39
mai	1.105	683	EUR 736	8,78	0,76	2.414	EUR 2.604	30,93	2,66	1.431	EUR 1.477	8,38	0,72	EUR 78.511,35	657,19	56,51	705,28
jun	985	530	EUR 571	6,82	0,59	2.155	EUR 2.325	27,61	2,37	795	EUR 821	4,65	0,40	EUR 60.081,70	630,76	54,24	669,84
jul	860	456	EUR 492	5,86	0,50	2.352	EUR 2.537	30,14	2,59	491	EUR 507	2,87	0,25	EUR 41.696,58	472,23	40,60	511,11
ago	887	362	EUR 390	4,66	0,40	1.623	EUR 1.751	20,80	1,79	477	EUR 492	2,79	0,24	EUR 48.377,76	458,00	39,38	486,24
set	1.123	397	EUR 428	5,11	0,44	2.921	EUR 3.151	37,43	3,22	2.336	EUR 2.412	13,68	1,18	EUR 60.069,56	635,89	54,68	692,10
out	1.154	768	EUR 828	9,88	0,85	2.357	EUR 2.543	30,20	2,60	1.034	EUR 1.067	6,05	0,52	EUR 63.195,68	668,90	57,51	715,03
nov	956	381	EUR 411	4,90	0,42	1.517	EUR 1.636	19,44	1,67	119	EUR 123	0,70	0,06	EUR 50.391,05	502,69	43,22	527,73
dez	603	255	EUR 275	3,28	0,28	1.960	EUR 2.114	25,11	2,16	0	EUR 0	-	-	EUR 37.895,63	359,14	30,88	387,53
TOTAL	11.705	6.261	6.751	80,51	6,92	52.209,79	56.320	668,99	57,52	9.892	10.191	57,91	4,98	EUR 637.829,87	6.675,76	574,01	7.483,17

A figura 4.10 mostra a correlação entre o consumo total de energia em MWh pela produção em toneladas durante o ano de 2018. Com esse gráfico, conseguimos validar que o consumo de energia aumenta ou diminui de acordo com a produção, porém não apresentam uma proporcionalidade. Por exemplo, podemos usar como referência os meses de janeiro e novembro pois tiveram uma produção semelhante, 952 ton e 956 ton respectivamente, porém o consumo de energia total foi muito diferente, sendo 712 MWh em janeiro e 527 MWh em novembro. Uma diferença de aproximadamente 26% do consumo em relação à produção. Esta característica indica que há desperdícios de energia ao longo dos processos produtivos. Essa proporcionalidade representa o IDE, figura 4.11.

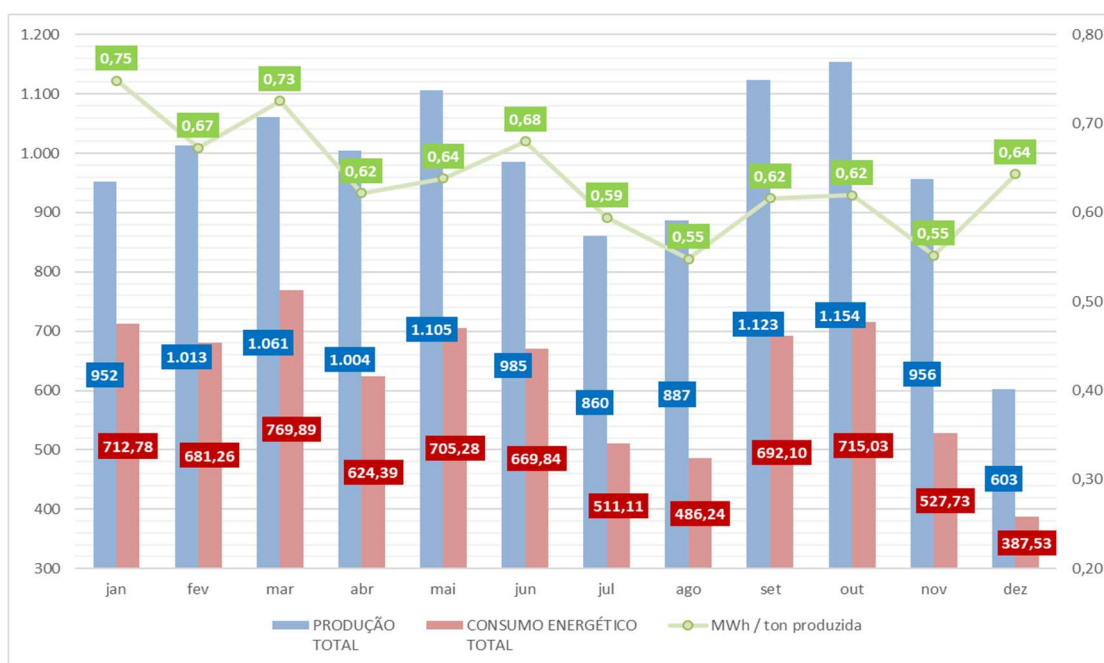


Figura 4.10 - Consumo total de energia (MWh) x Parafusos produzidos (ton)

O Indicador de Desempenho Energético, ou simplesmente IDE, é outro dado importante para a avaliação energética, indicando mensalmente a relação entre a energia gasta na produção pelo total produzido. A figura 4.11 apresenta o índice de desempenho energético da XPTO Parafusos ao longo de 2018. Esse indicador é calculado dividindo o total de toneladas de parafuso produzida pela energia total consumida em MWh de cada mês.

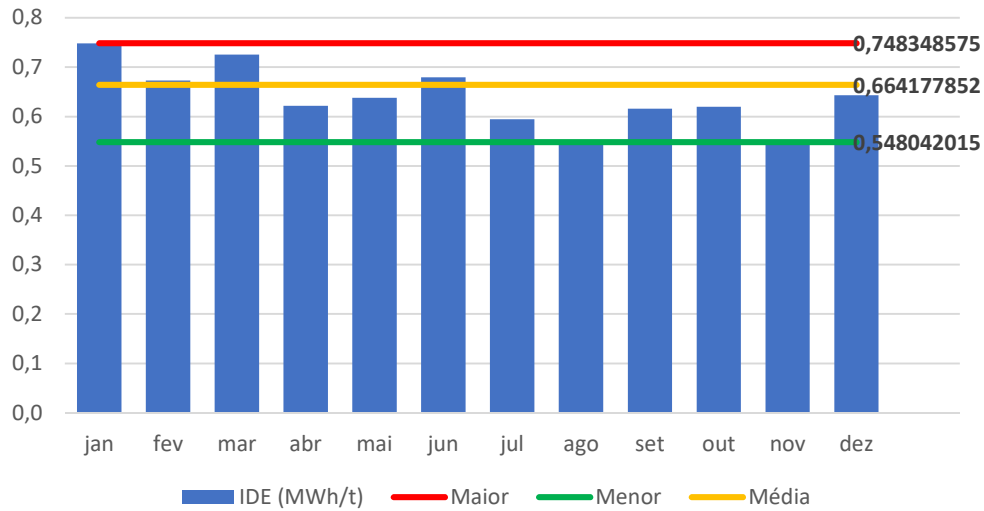


Figura 4.11 - Índice de Desempenho Energético (IDE)

A melhoria do desempenho energético deve ser demonstrada de forma efetiva. Isso pode ser feito a partir da comparação entre o cenário passado e o cenário atual após as alterações operacionais decorrentes da implementação de determinadas medidas de eficiência energética. Neste sentido, a linha de base energética (LBE) é definida como a referência quantitativa contra a qual o desempenho energético atingido após a implementação da medida de melhoria é comparado. Como a empresa XPTO Parafusos não tem um programa de gestão de energia, tampouco utiliza de indicadores para verificar o desempenho energético da instalação, ainda não é possível estabelecer análise crítica em relação a valores da linha de base energética (LBE). Com isso, as futuras implementações de eficiência poderão tomar como LBE a linha de IDE de menor valor, conforme figura 4.11.

Outro indicador de extrema importância é o preço médio dos insumos energéticos utilizados na XPTO Parafusos. O uso de energia elétrica tem uma estreita ligação com os custos de operação. Contudo, existem outros recursos energéticos (GLP, Propano e Metanol) com impacto representativo no custo de produção. Para obter o melhor

resultado, em termos de eficiência energética e financeira, torna-se imprescindível ações de controle desses recursos com o propósito de se identificar as melhores opções, em termos de recursos energéticos, a serem utilizados, seja em termos de redução do consumo e/ou substituição do recurso. A figura 4.12 traz o custo mensal (EUR/MWh) de cada um dos insumos ao longo de 2018.

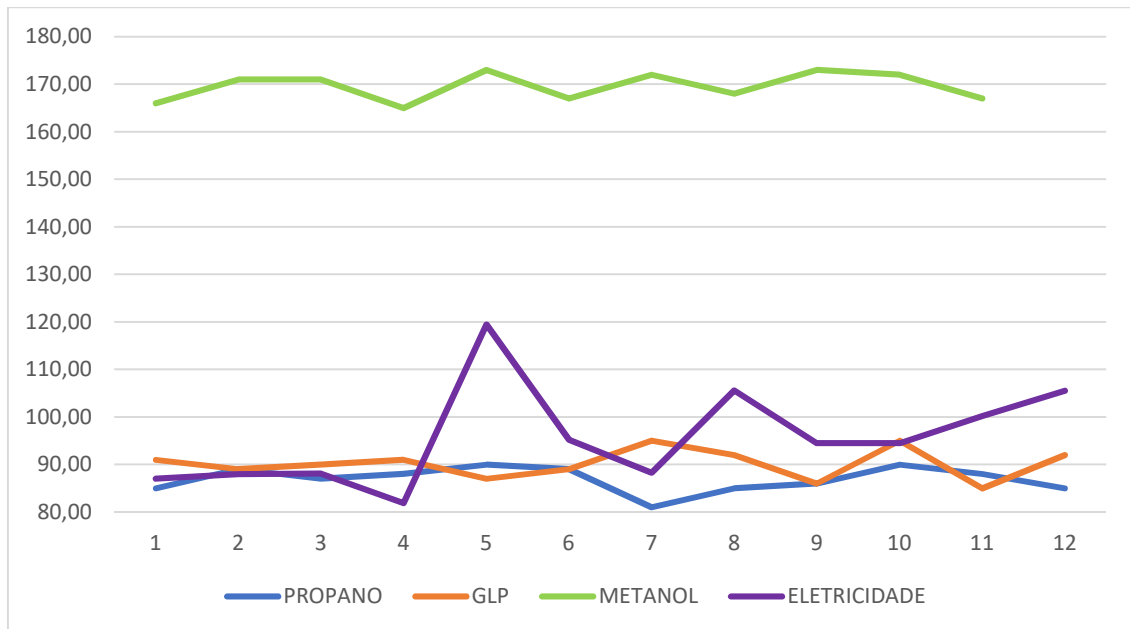


Figura 4.12 - Custo mensal dos insumos energéticos (Eur/MWh)

4.4. Identificação dos sistemas de iluminação e ar condicionado

Os sistemas de iluminação e de ar condicionado são de extrema importância dentro da empresa. Uma iluminação adequada promove a eficiência e segurança nos processos produtivos, administrativos ou de manutenção e garante o conforto visual para os colaboradores durante a execução de suas atividades. De acordo com a Norma Técnica Brasileira ABNT NBR ISO/CIE 8995-1 [19] o nível de iluminação ideal para trabalhos com máquinas industriais é de 200 a 500 Lux e de 500 Lux para trabalhos em escritórios.

Na empresa, assim como na maioria dos projetos de iluminação, o sistema foi projetado para o pior caso, ou seja, para a operação noturna. Os galpões possuem lâmpadas de vapor de sódio fixadas no teto e lâmpadas LED pouco acima das máquinas. Como os edifícios possuem telhas translúcidas que permitem uma iluminação natural durante o dia, boa parte desta iluminação pode ser desligada sem interferirem nas condições de trabalho da equipa local.

Atualmente a empresa XPTO conta com aproximadamente 72 lâmpadas de vapor de sódio em seu prédio fabril, que ficam ligadas cerca de 12 a 16 horas por dia e aproximadamente 260 lâmpadas tubulares fluorescentes do tipo T10 (localizada acima de cada maquinário) que ficam ligadas 24 horas por dia, conforme se pode observar na figura 4.13.

Nas áreas administrativas, a iluminação é proveniente por 36 lâmpadas do tipo fluorescente tubular T10, O sistema de iluminação totaliza um consumo de aproximadamente 140 MWh/ano, com utilização conforme demonstrado pela carga horária de trabalho na tabela 4.4.

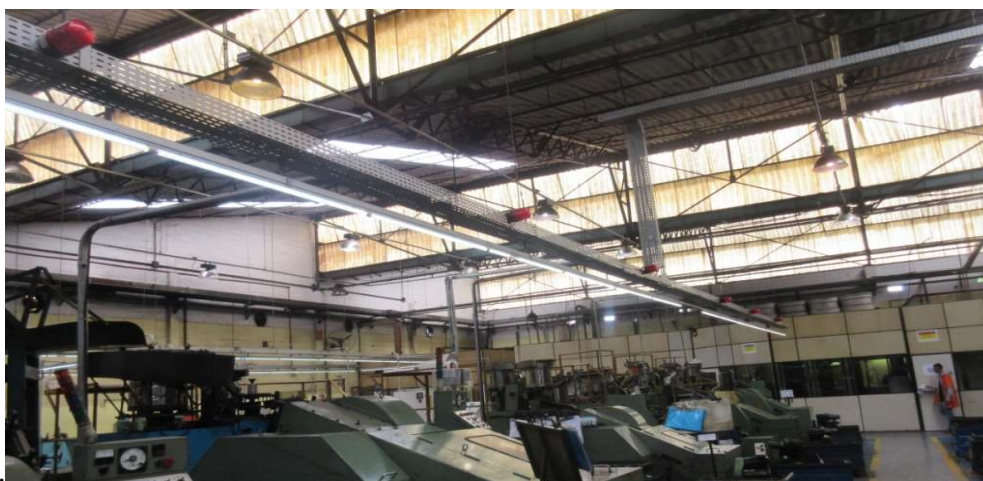


Figura 4.13 - Iluminação da fábrica.

Tabela 4.4 - Sistema de iluminação da empresa XPTO.

Quantidade	Setor	Tipo de lâmpada	Potência unitária	Ciclo de operação
72	Fábrica	Vapor de sódio	400 W	12 a 16 horas/dia
260	Fábrica	Fluorescente	40 W	24 horas/dia
36	Administrativo	Fluorescente	40 W	12 a 16 horas/dia

Durante as visitas foi evidenciado longos períodos em que as luminárias permaneceram acesas onde não havia necessidade, uma vez que não estava acontecendo produção, a figura 4.13 ilustra essa situação, o setor vazio e todas as luminárias acesas. Foi verificado que durante os intervalos de almoço e jantar dos operadores as luminárias não são desligadas e isso acontece porque não há segmentação de circuitos, ou seja, se

desligar um setor sem produção no momento desligará outro que tem necessidade de iluminação pela produção. Essa situação representa aproximadamente 25% de desperdício de energia elétrica.

O mesmo ocorre com os sistemas de ar condicionado uma vez que estão instalados em locais específicos para conforto térmico e/ou necessidade do processo, porém sem controle de funcionamento em relação à temperatura do ambiente e assim permanece ligado constantemente, independente de ter pessoas no local, foi verificado aparelhos de ar condicionado ligados durante o horário de almoço e durante o período noturno, gerando desperdício de energia elétrica que chega a totalizar 20% de perdas.

Os aparelhos de ar condicionado são do tipo split high Wall; este modelo de aparelho é dividido em duas unidades: a evaporadora (instalada dentro do ambiente) e a condensadora (unidade colocada externamente, fixada em um local aberto). As duas unidades são interligadas por tubulações para a circulação do gás refrigerante. Este é o modelo mais popular entre os consumidores, pois possui um belo design. Por serem posicionados no alto da parede, possuem uma melhor distribuição do ar no ambiente reduzindo o desconforto por temperaturas altas, melhorando assim a produtividade dos colaboradores.

O sistema de ar condicionado é feito por equipamentos fixo sem controle de velocidade e acionamento do compressor. Os aparelhos estão localizados e distribuídos nos seguintes setores: 03 no setor administrativos, 02 nas salas de reunião e 04 nos laboratórios de controle de qualidade. Atualmente a empresa XPTO conta com 9 equipamentos de ar condicionado totalizando um consumo de aproximadamente 73 MWh/ano, com utilização conforme demonstrado pela carga horária de trabalho na tabela 4.5.

Tabela 4.5 - Sistema de ar condicionado da empresa XPTO.

Quantidade	Setor	Potência de refrigeração	Tipo de sistema	Potência elétrica	Ciclo de operação
04	Laboratório	18000 BTU	Split fixo	1624 W	16 horas/dia
05	Administrativo	24000 BTU	Split fixo	2495 W	12 horas/dia

4.5. Identificação dos equipamentos e sistemas motrizes

Atualmente a empresa XPTO Parafusos, trabalha 24 horas por dia, 6 dias por semana, com os seus operadores distribuídos em 3 turnos, com carga horária das 06:00 às 14:00, das 14:00 às 22:00 e das 22:00 às 06:00. A empresa possui uma variedade de equipamentos conforme descritos na tabela 4.6, porém não são utilizados todos os equipamentos em todo o tempo, sendo feito um revezamento para execução dos planos de manutenção preditiva/preventiva ou até mesmo manutenções corretivas. Com isso normalmente são utilizados aproximadamente 40% dos equipamentos para a produção diária.

Tabela 4.6 - Identificação dos equipamentos.

Quantidade	Equipamento	Potência	Ciclo de trabalho	Identificação
80	Prensa 1D2B	3,7 kW	24 horas (3 turnos)	Figura 4.14
41	Prensa progressiva	50 kW a 100 kW	24 horas (3 turnos)	Figura 4.15
16	Prensa progressiva NF	25 kW a 75 kW	8 horas (1 turno)	Figura 4.16
11	Fresadoras	6 kW	16 horas (2 turnos)	Figura 4.17
111	Laminadora de parafusos	7,5 kW	16 horas (2 turnos)	Figura 4.18
30	Laminadora de porcas	3,6 kW	24 horas (3 turnos)	Figura 4.19
02	Máquina de embalagens	5,5 kW	16 horas (2 turnos)	Figura 4.20
02	Forno	800 kW	24 horas (3 turnos)	Figura 4.21



Figura 4.18 – Prensa 1D2B



Figura 4.20 – Fresadora



Figura 4.17 – Prensa Progressiva NF



Figura 4.19 – Prensa Progressiva



Figura 4.21 – Laminadora de Parafusos



Figura 4.16 – Laminadora de Porcas



Figura 4.15 – Máquina de Embalagens



Figura 4.14 – Forno

Os sistemas motrizes representam aproximadamente 25% do total da carga instalada na empresa. Abaixo serão apresentados os equipamentos mais significativos em relação ao consumo de energia, uma vez que apresentam grande potência, baixo carregamento e baixos rendimentos.

Por se tratarem de máquinas antigas, as máquinas instaladas na XPTO Parafusos possuem em sua maioria dois motores de baixo rendimento (IR1 e IR2) cada, utilizados para acionamento geral do equipamento e para acionamento de seu circuito hidráulico e dimensionados em sua maioria para situações operacionais que não são necessárias nas linhas de produtos da empresa, ou mesmo por excesso de cautela dos fabricantes e assim operam na maioria das vezes sem produzirem ou sem explorar a sua capacidade total. De acordo com [20] o superdimensionamento de motores elétricos não pode ser entendido como um sinônimo de confiabilidade, mas sim como uma forma ineficiente no uso da energia elétrica, pois quanto mais “folgado” estiver o motor, menor passa a ser o seu rendimento, conforme figura 4.22.

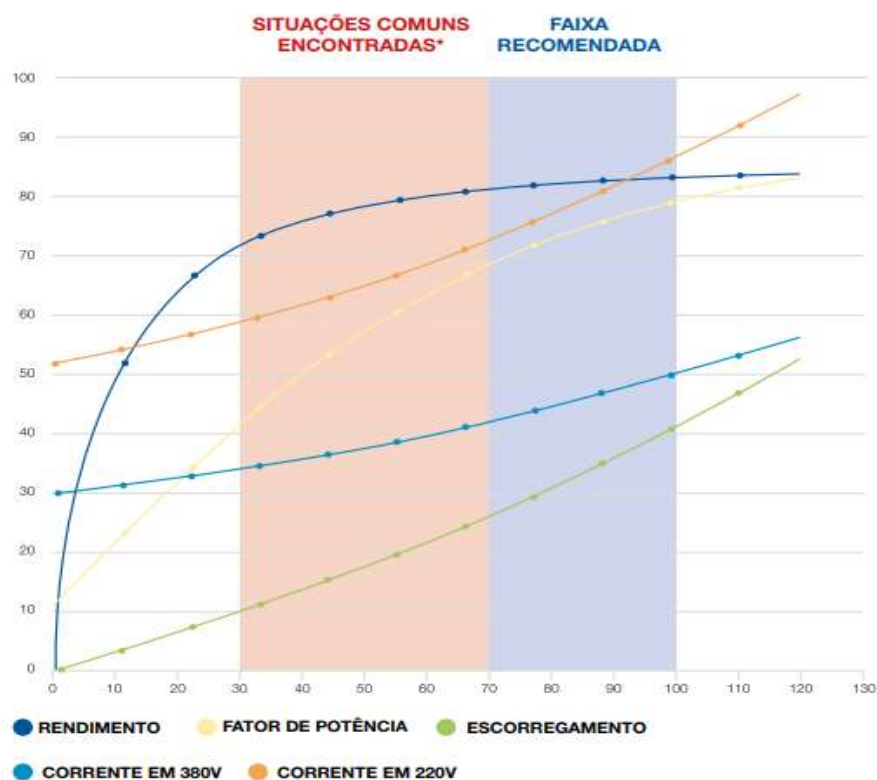


Figura 4.22 - Curva de rendimento de um motor elétrico [20]

Podemos tomar como exemplo uma prensa progressiva, máquina N-24651, modelo BF-24B-7SL, equipada com um motor de 75 cv, com índice de rendimento 1 para observar as perdas nos motores da XPTO Parafusos. Como este, existem outros 40

equipamentos na planta industrial e está máquina é o principal equipamento para a fabricação dos parafusos, assim como o equipamento de maior potência elétrica depois dos sistemas de tratamento térmico.

Foi feita a análise da potência consumida pelo equipamento através de medição minuto a minuto com o analisador de energia Fluke 435-II (especificações no Anexo II no dia 08 de agosto de 2020, das 08 às 16:30, com objetivo de identificar a potência total máxima exigida pelo equipamento em um dia normal de produção, assim como o registro de seu fator de potência. O resultado da medição das potências pode ser visto na figura 4.23.

Os motores, como outras cargas indutivas, são caracterizados por fatores de potência menores que um. Como resultado, o consumo de corrente total necessário para fornecer a mesma potência ativa é maior do que para uma carga caracterizada por um fator de potência maior. Um efeito importante de operar com um fator de potência inferior é que as perdas por aquecimento no circuito que alimenta o motor serão maiores, uma vez que elas são proporcionais ao quadrado da corrente. Podemos fazer um comparativo em relação as curvas características de um motor de 75 cv, figura 4.24 com a curva da medição do fator de potência da máquina N-24651, figura 4.25. Conseguimos verificar que como o carregamento do motor registrado foi aproximadamente 43% da potência nominal, essa “folga” resulta em um baixo fator de potência, alto valor de energia reativa e conseqüentemente em um maior consumo de energia elétrica para desenvolver o mesmo trabalho.

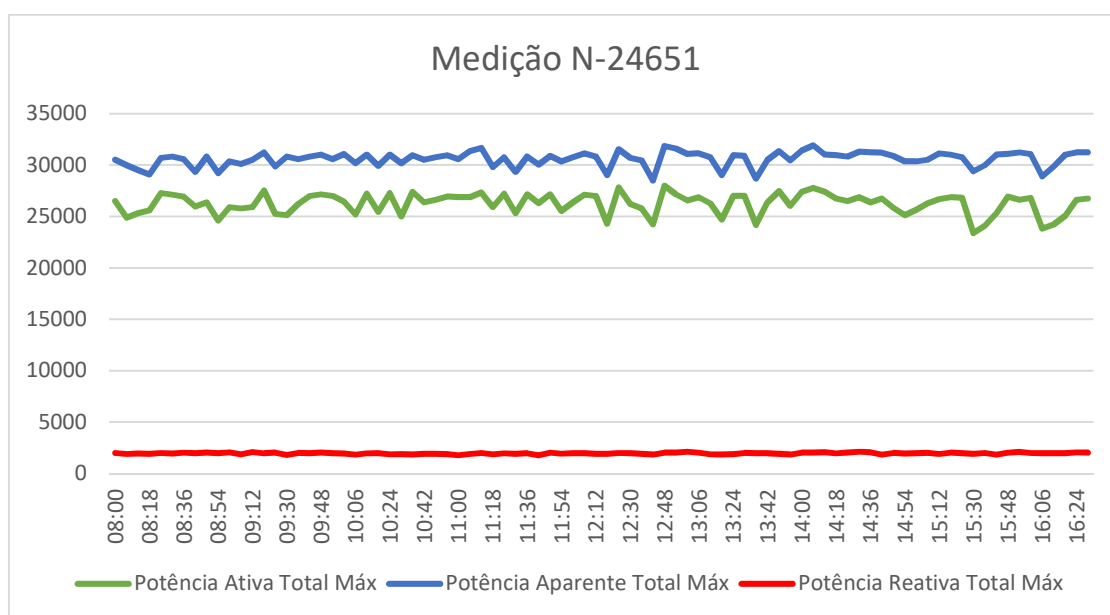


Figura 4.23 - Medição N-24651

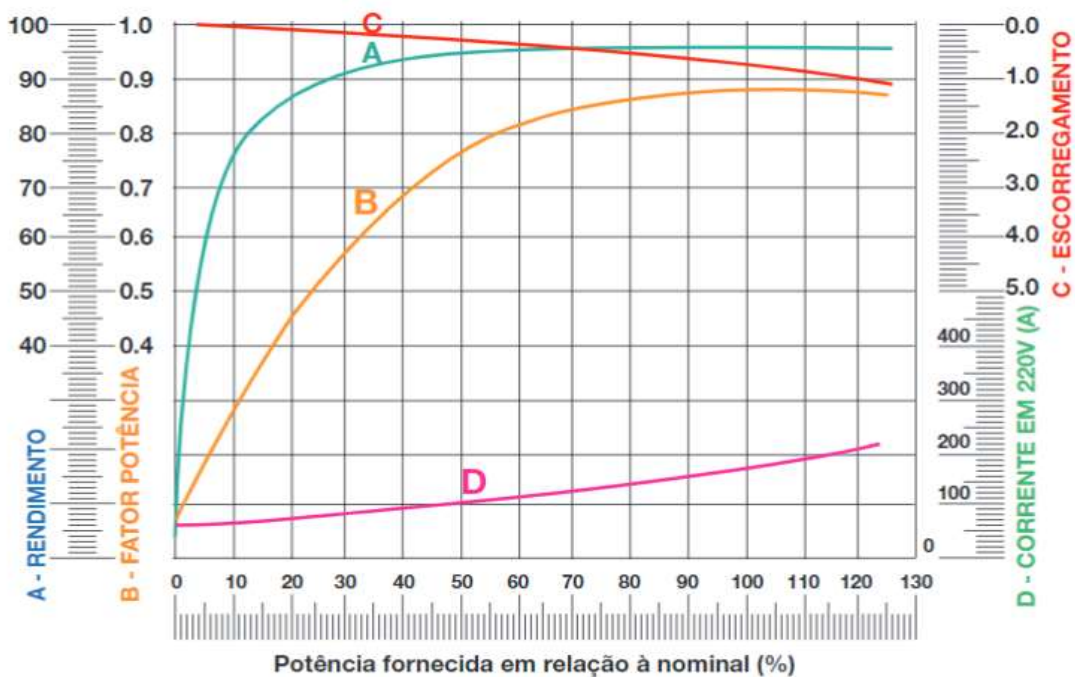


Figura 4.24 - Curva característica motor 75 cv - Weg [21]

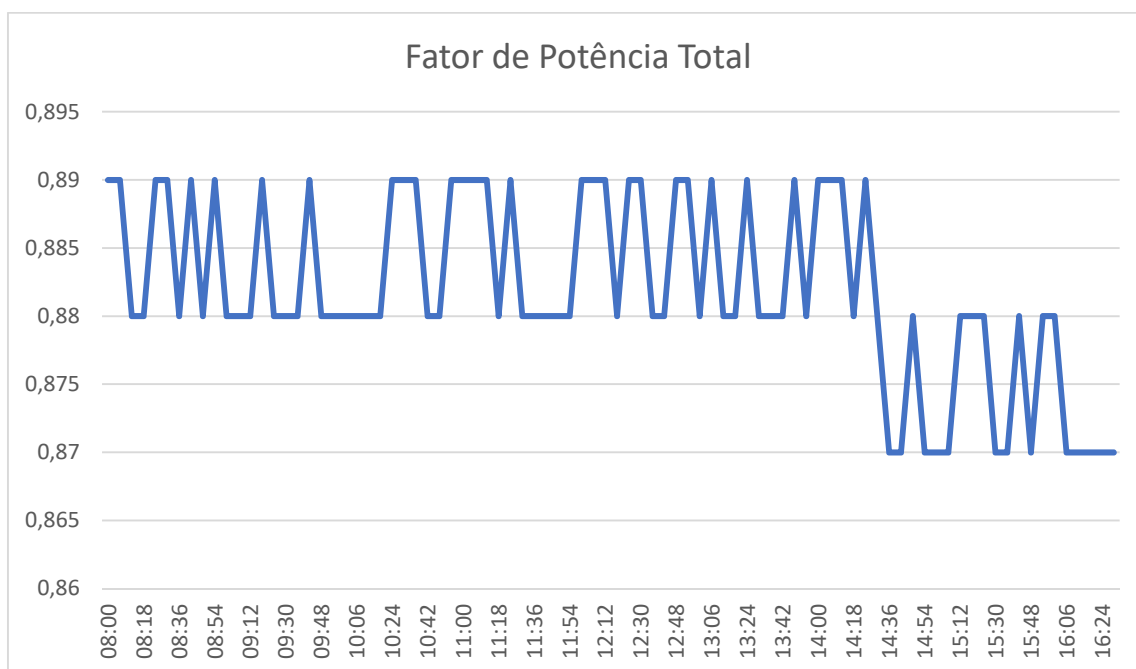


Figura 4.25 - Medição de Fator de Potência - N-24651

Assim, tanto um valor elevado para o rendimento como um fator de potência próximo da unidade são desejados para uma operação global eficiente na instalação elétrica de um motor. As características de desempenho em carga parcial de um motor também dependem do seu projeto. Tanto o rendimento como o fator de potência caem para níveis

muito baixos em cargas baixas. Durante as medições realizadas nos equipamentos da XPTO Parafusos, foi constatado que os motores de todas as máquinas operam com uma carga de 40 a 70% de sua capacidade nominal.

Soma-se a esta condição a maioria dos motores serem standard IR1 (Índice de Rendimento 1) com rendimento médio de 85% que resulta em um considerável desperdício de energia.

Observa-se que a viabilidade da substituição de motores de baixo rendimento por motores de rendimento superior está intimamente ligada ao tempo de funcionamento. Desta forma quanto maior o período de utilização do equipamento menor é o tempo de retorno de investimento na sua substituição. Tendo como base o ciclo de trabalho de 24 horas em 3 turnos, se faz necessário um projeto de viabilidade técnica e financeira para a substituição dos motores das prensas progressivas, por motores de menor potência com IR 4 a fim de se obter um maior carregamento, melhor rendimento e conseqüentemente ter um melhor fator de potência e consumo de energia elétrica.

Outro fator que agrava este desperdício é o modo pelo qual os equipamentos são controlados, pois pelo projeto, os mesmos não possuem sistema de controle que, por exemplo, possa desligar um equipamento na falta de matéria prima ou acione o mesmo apenas quando necessário para a produção. Foi verificado que em aproximadamente 20% do tempo total de operação dos motores, os mesmos permanecem ligados sem produzir absolutamente nada, girando em vazio.

Foi feita a análise da potência consumida pelo equipamento P385, prensa progressiva, através de medição minuto a minuto, através da metodologia descrita pelo procedimento de medição e análise, conforme anexo I, utilizando o analisador de energia Fluke 435-II (especificações no Anexo II no dia 12 de agosto de 2020, das 10:30 às 12:30, com objetivo de identificar a potência total durante a operação normal do equipamento e registara potência consumida em modo de espera, *standby*, onde o equipamento permanece ligado, girando em vazio, sem produzir absolutamente nada. Podemos verificar que durante o instante T1 e T3 a máquina está em processo de operação normal, durante o instante T2 a máquina está rodando em vazio e durante o instante T4 a máquina permaneceu em Standby. Com isso conseguimos verificar que em um período total de 120 minutos a máquina esteve cerca de 63% do tempo em operação normal, 25% do período em vazio e cerca de 12% em standby. Justificando as perdas estimadas pelo diagrama de Sankey. O resultado da medição das potências pode ser visto na figura 4.26.

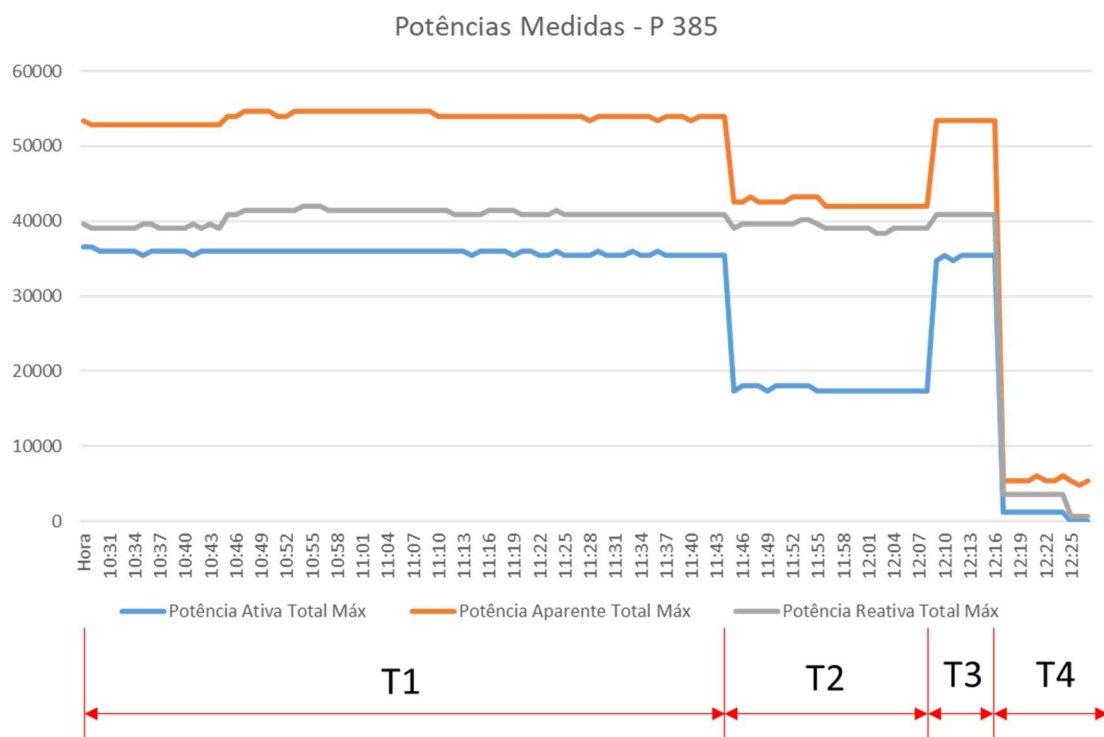


Figura 4.26 - Potências medidas - P 385

Os fornos de tratamento térmico têm por finalidade ajustar as propriedades mecânicas do material, parafuso ou porca, através da alteração da microestrutura, com objetivos de alívio de tensão, controle de dureza e resistência mecânica, melhorar a conformidade, melhorar a resistência ao desgaste e melhorar a resistência a corrosão.

No processo de tratamento térmico, devido a falta de sensores para a precisão da posição de um determinado lote de matéria prima no interior da máquina, torna-se necessário aguardar a saída de todo o material desse lote para a inicialização de um próximo lote, perdendo-se aproximadamente 30 a 45 minutos por mudança de lote, e com isso gera-se um custo de energia para manter o forno ligado, sem nenhuma produção.

Através da medição efetuada no forno contínuo T315, no dia 10 de agosto de 2020, utilizando o analisador de energia Fluke 435-II (especificações no Anexo II), com captação de dados a cada 5 minutos é possível verificar, conforme figura 4.27, a diminuição da potência do forno por entrar em modo de espera, *Standby*, por conta da mudança de lote de parafusos. É necessário manter o forno ligado para preservação e manutenção da temperatura e atmosfera interna, pois caso no caso de variação brusca, pode ocorrer danos ao sistema refratário do forno e ocorrências de contaminação no processo subsequente. Manter esse processo em modo de espera representa um desperdício de aproximadamente

19% em relação ao consumo de energia elétrica, metanol e propano, conforme evidenciado no diagrama de Sankey, figura 4.3.

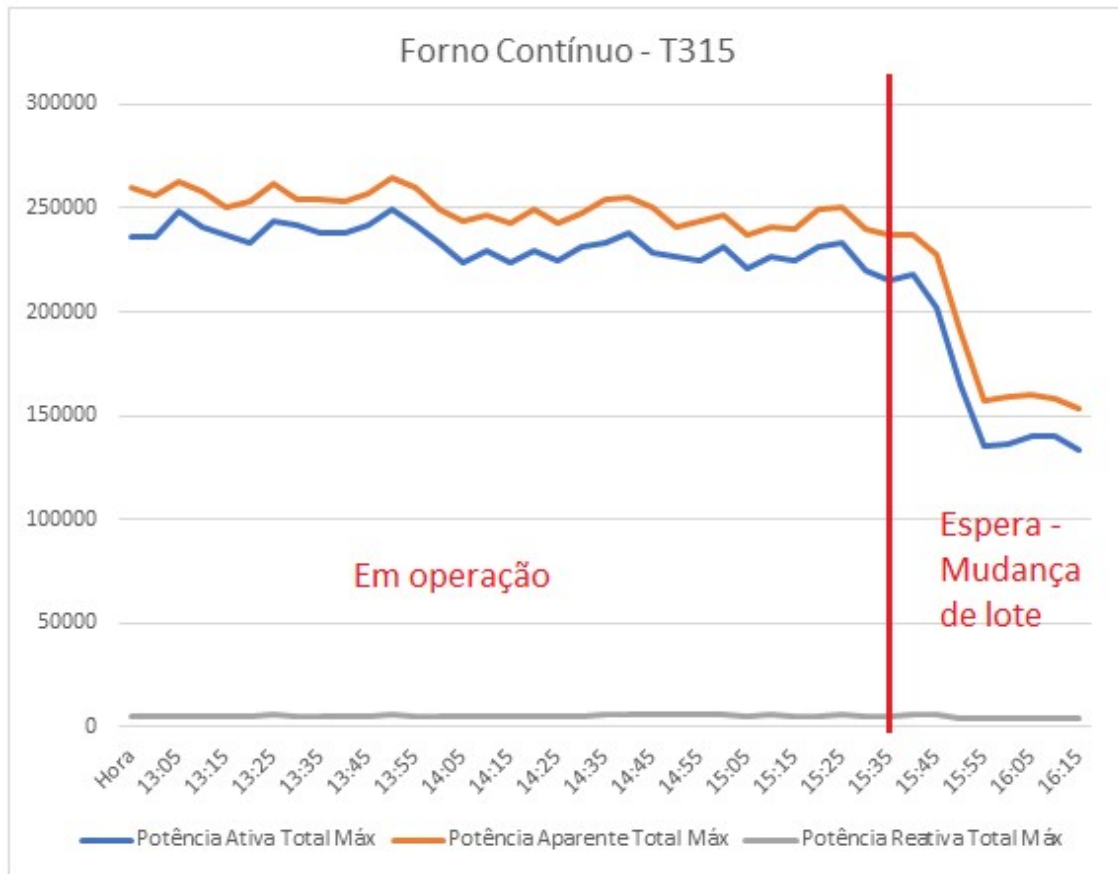


Figura 4.27 - Medição Forno Contínuo T315

Nesse aspecto recomenda-se um trabalho futuro de implementação de automação e controlo no processo de gerenciamento do forno através de sensores e sistemas de supervisão para otimização do processo e ganhos de eficiência energética, reduzindo o tempo de espera entre lotes, consequentemente aumentando a o indicador de desempenho energético do forno contínuo, kwh/ton produzida.

Os cinco transformadores de entrada da XPTO Parafusos são do tipo núcleo envolvido ou, do inglês, *core type*, figura 4.28 são usados para baixar a tensão da concessionária ENEL de 13.800 V para 220 V, garantindo maior segurança para o uso e adaptando o nível de tensão às necessidades de consumo, permitindo a utilização dos equipamentos presentes na unidade, desde computadores, iluminação, motores e resistências elétricas.



Figura 4.28 - Transformador XPTO Parafusos

Todos equipamentos elétricos apresentam perdas de potência quando estão em funcionamento. No caso dos transformadores, estas perdas são classificadas como perdas no cobre e perdas no ferro. As perdas no cobre ocorrem devido ao aquecimento das bobinas, onde parte da energia será dissipada na forma de calor. Esta perda tem relação direta com a corrente que circula no secundário do transformador que varia com o carregamento do equipamento, aumentando na medida que se adicionam cargas no secundário do transformador. Já as perdas no ferro, ocorrem no núcleo do transformador devido a histerese magnética e correntes de Foucault. Estas perdas não dependem do carregamento do transformador, apresentando valor constante para qualquer percentagem de carregamento no secundário. É importante lembrar que este também tem influência no fator de potência do sistema.

Tanto a potência como o carregamento dos transformadores presentes na XPTO Parafusos são diferentes e apresentam uma curva de carga dependendo do local onde estão instalados. Durante a realização deste trabalho, os carregamentos dos transformadores que fornecem energia para as máquinas e equipamentos foram avaliados e monitorados com o analisador de energia Fluke 435-II (especificações no Anexo II) em períodos aleatórios, do dia 30/05/2020 à 08/06/2020, com medições de 5 em 5 minutos, totalizando mais de 4500 medições, buscando identificar o perfil de funcionamento dos mesmos,

conforme se pode verificar nas figuras 4.29 e 4.30 para o transformador de 1000 kVA e figuras 4.31 e 4.32 para o transformador de 1500 kVA.

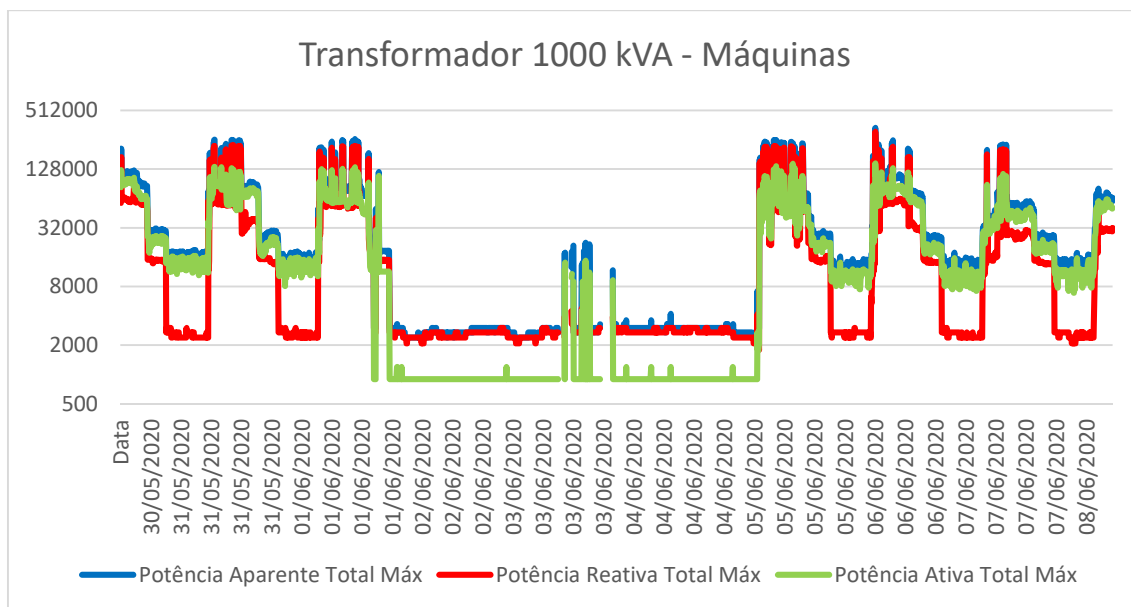


Figura 4.29 - Potências medidas do transformador de 1000 kVA

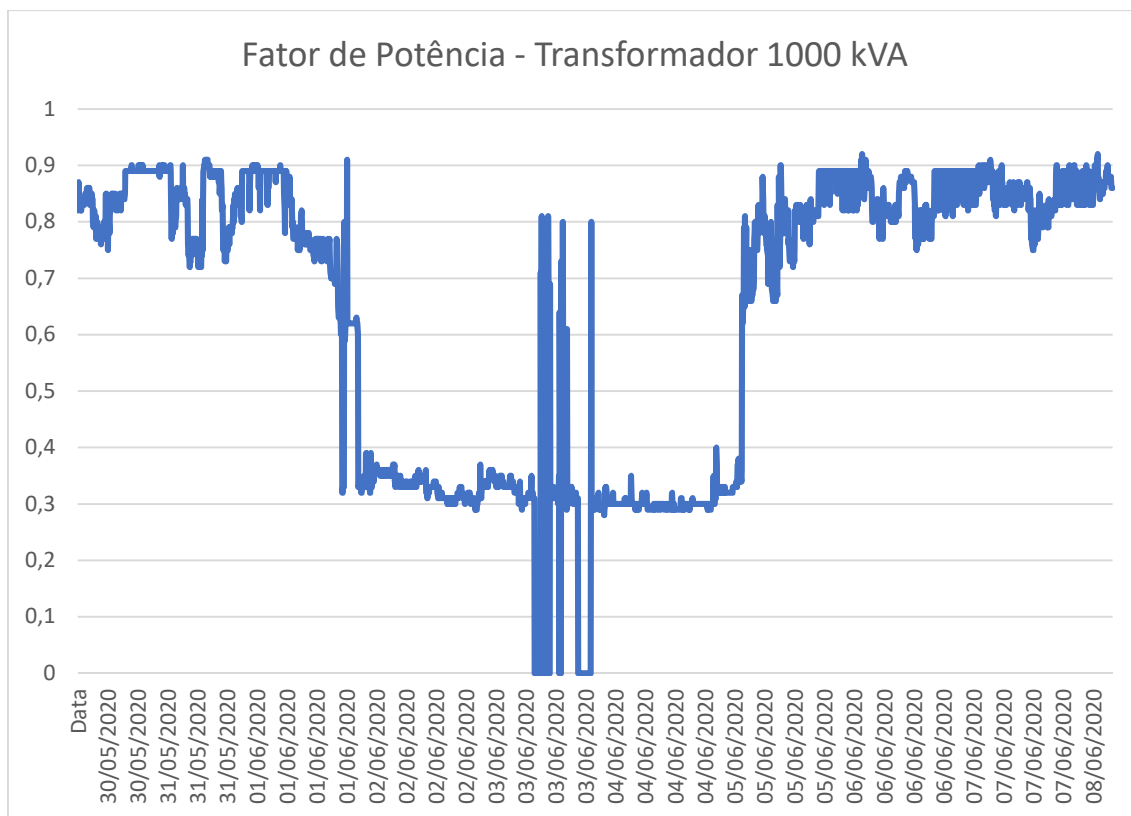


Figura 4.30 - Fator de potência medido do transformador de 1000 kVA

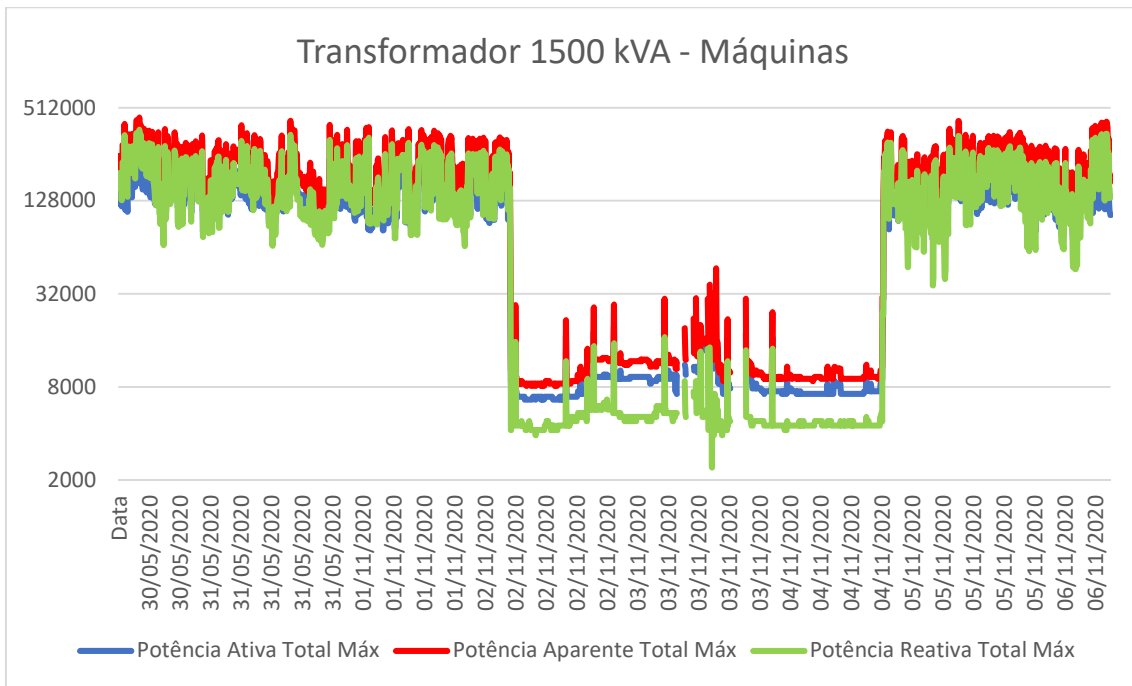


Figura 4.31 - Potências medidas do transformador de 1500 kVA

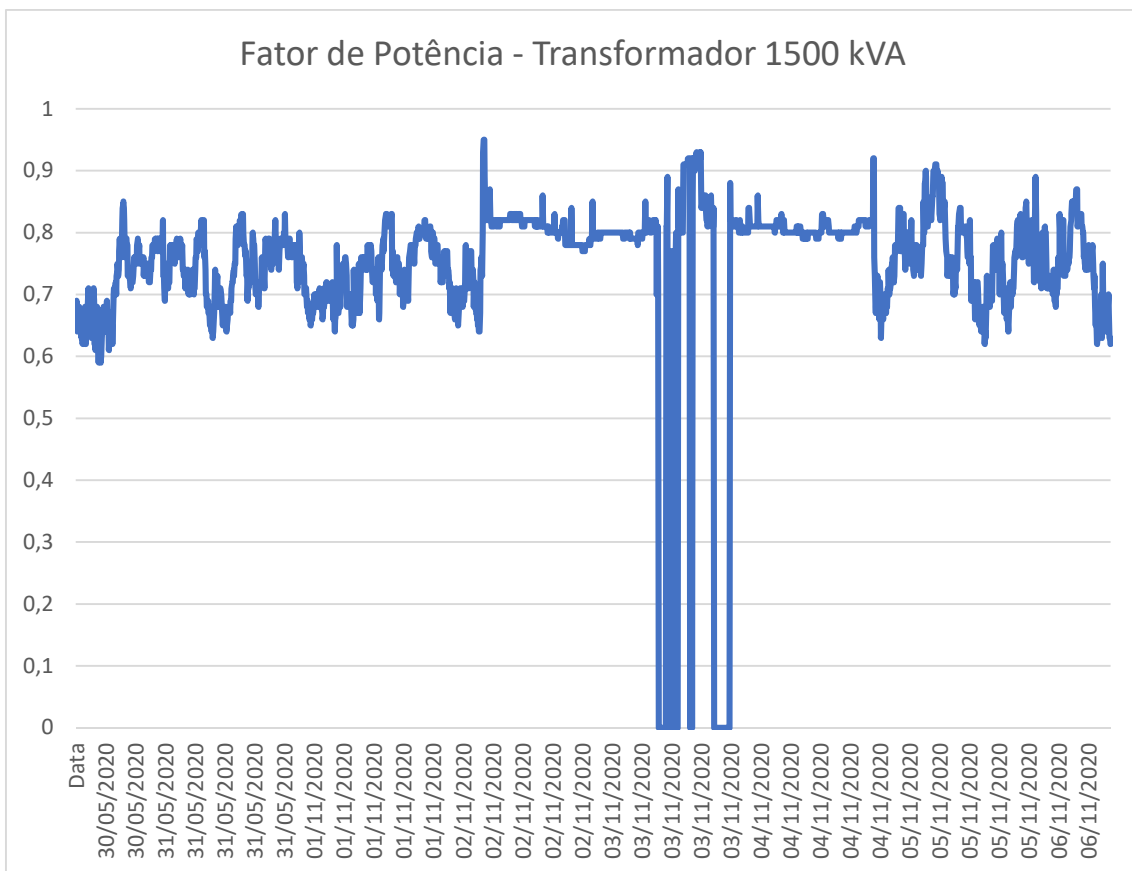


Figura 4.32 - Fator de potência medido do transformador de 1000 kVA

É importante ressaltar que o sistema elétrico de instalação industrial pode apresentar diversos arranjos. As configurações desses arranjos são definidas em função da confiabilidade do suprimento de energia elétrica, regulação de tensão adequada às necessidades das cargas elétricas, flexibilidade de operação do sistema, facilidade para a adição de novas cargas e dos investimentos necessários para sua implantação. Como não foi possível obter as premissas de projeto para as instalações da XPTO Parafusos, a análise será baseada apenas nos dados obtidos durante este estudo.

A Tabela 4.7, traz um consolidado das medições e informações obtidas de cada transformador, e como podemos observar, todos os transformadores listados possuem um baixo carregamento, inferior a 50% da potência nominal dos mesmos. Como as perdas no ferro se permanecem constantes independente da carga no secundário, podemos obter uma redução das perdas com uma adequada redistribuição das cargas elétricas entre os transformadores, de forma que alguns transformadores possam ser desligados.

A partir da Tabela 4.7 podemos constatar que os 5 transformadores totalizam uma potência nominal de 5,25MVA, porém a demanda total da XPTO Parafusos é de 1,81 MVA, o que representa na média um carregamento de aproximadamente 35% da carga total, podendo assim desligar três transformadores.

Tabela 4.7 – Transformadores

TR#1	TR#2	TR#3	TR#4	TR#5
Potência Nominal: 750 kVA	Potência Nominal: 1000 kVA	Potência Nominal: 1500 kVA	Potência Nominal: 1000 kVA	Potência Nominal: 1000 kVA
Tensão: Os valores registados das tensões se enquadram dentro de uma variação permitida.	Tensão: Os valores registados das tensões se enquadram dentro de uma variação permitida.	Tensão: Os valores registados das tensões se enquadram dentro de uma variação permitida.	Tensão: Os valores registados das tensões se enquadram dentro de uma variação permitida.	Tensão: Os valores registados das tensões se enquadram dentro de uma variação permitida.
Corrente: Os valores registados de corrente se encontram desequilibrados, devido ao sistema de iluminação e às cargas bifásicas.	Corrente: Os valores de corrente se encontram equilibrados.	Corrente: Os valores de corrente se encontram com pequeno desequilíbrio	Corrente: Os valores de corrente se encontram equilibrados.	Corrente: Os valores de corrente se encontram equilibrados.
Demanda: Os valores de demanda máxima registada do transformador no período analisado situaram-se em torno de 250 kVA.	Demanda: Os valores de demanda máxima registada do transformador no período analisado situaram-se em torno de 290 kVA.	Demanda: Os valores de demanda máxima registada do transformador no período analisado situaram-se em torno de 360 kVA.	Demanda: Os valores de demanda máxima registada do transformador no período analisado situaram-se em torno de 480 kVA.	Demanda: Os valores de demanda máxima registada do transformador no período analisado situaram-se em torno de 430 kVA.
Carregamento: 34% de carregamento.	Carregamento: 29% de carregamento.	Carregamento: 24% de carregamento.	Carregamento: 48% de carregamento.	Carregamento: 43% de carregamento.

4.6. Identificação do sistema de ar comprimido

O circuito de ar comprimido é contemplado pelos equipamentos clássicos da pneumática: quatro compressores do tipo parafuso (2 em standby), dois reservatórios de ar comprimido de 1,0 m³ cada e dois secadores, instalados conforme exemplo de configuração da figura 4.33. As características técnicas de operação dos compressores e tempo de utilização encontram-se descritos na tabela 4.8. Os equipamentos apresentam boa manutenção, porém captam o ar no interior da casa de máquinas, o qual apresenta uma temperatura elevada em relação ao ar exterior à sala, aproximadamente 43°C.

Tabela 4.8 - Características de operação dos compressores

Equipamento	COMPRESSOR 1	COMPRESSOR 2	TOTAL
Características			
CAUDAL	42,30 m ³ /min	10,20 m ³ /min	52,40 m ³ /min
POTÊNCIA EM CARGA	100,00 kW	35,00 kW	135,00 kW
HORAS DE FUNCIONAMENTO EM CARGA	6336 horas/ano	6336 horas/ano	6336 horas/ano
CUSTO ANUAL DE GERAÇÃO DE AR	EUR 30.613,72	EUR 11.132,26	EUR 41.745,98

A temperatura do ar aspirado é um fator preponderante pois quanto menor a temperatura do ar ambiente aspirado pelo compressor, menor será a energia gasta para comprimi-lo. Isso ocorre devido ao aumento da massa específica do ar com a diminuição da temperatura, desse modo uma maior massa de ar poderá ocupar um mesmo volume quando ele está mais aquecido. Com relação a essa eficiência, pode-se aproximar os valores de aumento de 1% do consumo específico para cada aumento de 4°C de temperatura e redução de 1% do consumo específico para cada redução de 3°C de temperatura, considerando uma temperatura ambiente de 21°C, conforme estabelecido em [22]. Portanto, é importante evitar que os compressores aspirem ar do interior do ambiente onde estão instalados, uma vez que essas temperaturas permanecem, em média, nos 43°C. Nesse sentido, pode-se providenciar tubulações ligando a aspiração de ar do compressor a uma tomada de ar do exterior da sala de máquinas, conforme exemplo do circuito apresentado na figura 4.34.

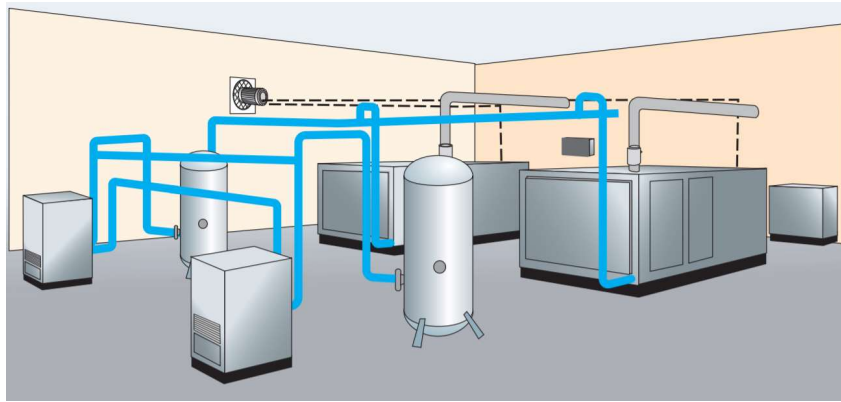


Figura 4.33 – Diagrama do circuito pneumático [23].

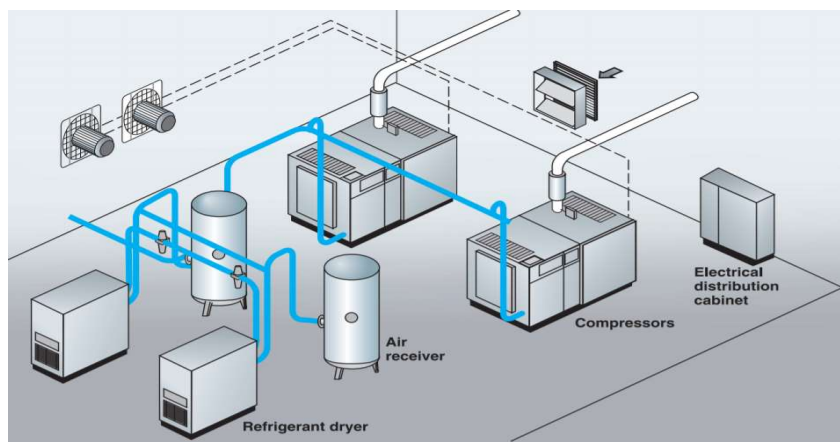


Figura 4.34 - Diagrama do circuito pneumático com tomada de ar exterior [23].

A pressão de trabalho é outro fator importante para o correto funcionamento dos elementos de uso final pneumáticos e deve ser regulada de acordo com as recomendações do fabricante. As regulações da pressão dos compressores estão ajustadas para manter no mínimo 9 bar, porém os sistemas utilizam diferentes níveis de pressão de trabalho (variando de 5 a 7 bar) e a regulação é geralmente realizada por válvulas redutoras de pressão, na entrada de cada equipamento.

Esse processo provoca grande perda, pois consumiu-se certa quantidade de energia para elevar a pressão, que será reduzida sem realizar trabalho algum. A pressão de trabalho deve ser regulada no menor valor que atenda aos requisitos dos equipamentos consumidores, considerando as perdas da transmissão. Esse ajuste é realizado na pressão de desarme do controlador de pressão com função liga/desliga. Se regulado com valores acima da pressão de trabalho da linha, fará com que o compressor permaneça ligado por mais tempo que o necessário, consumindo mais energia elétrica. O aumento de 1 bar no ajuste da pressão do sistema leva a um aumento de 6% a 10% na potência consumida

pelos motores dos compressores, para pressões em torno de 6 a 7 bar conforme manual de eficiência em [14].

Os equipamentos necessitam em sua maior parte de 5 bar para o seu funcionamento adequado, porém existem algumas máquinas que necessitam de 7 bar. Ao compararmos a capacidade de fornecimento dos compressores com a demanda necessária em cada máquina, observa-se uma discrepância grande no consumo teórico sendo este justificado pelo excesso de vazamentos e pelos pontos de ar instalados nas máquinas para a movimentação dos parafusos junto aos sistemas vibradores, conforme figura 4.35.



Figura 4.35 - Sistema vibratório para alimentação de parafuso com bico soprador.

Foi realizada a análise de vazamentos da rede de ar comprimido da XPTO Parafusos para verificação da quantidade de ar perdido através de furos da rede de distribuição e através dos sistemas sopradores das máquinas, conforme figura 4.35. Foi utilizado equipamento detetor de vazamento de ar por ultrassom, modelo LD500 com fotografia embutida da fabricante CS Instruments (especificado no Anexo III), conforme figura 4.36. De acordo com o relatório dos vazamentos, tabela A-01 do Apêndice A, os vazamentos encontrados representam um custo anual de aproximadamente 10.254 € e representam uma perda de 11% do sistema de ar comprimido da XPTO Parafusos.



Figura 4.36 - Detetor de vazamento de ar comprimido por ultrassom

Com isso temos a somatória das perdas do sistema de ar comprimido em: pelo menos 7% pela temperatura de compressão, 12% pela pressão de trabalho e os 11% referente aos vazamentos, totalizando uma perda de aproximadamente 30%.

5. Propostas de melhorias

5.1. Alteração da tarifa

Para otimizar os custos com a aquisição de energia, ambos os contratos precisam ser revistos e a multa por excesso de reativo precisa ser eliminada. Como o consumo no horário de ponta é inferior ao horário fora de ponta, recomenda-se a alteração do modelo tarifário de THS Verde para THS Azul. Soma-se a esta ação, a redução da potência contratada de 2000 para 1.250 kW no período de ponta e para 1.450 kW para o período fora de ponta.

Com a nova configuração a tarifação horo sazonal azul A4 teria um custo anual de $\cong 612.540\text{€}$, enquanto a tarifação horo sazonal verde A4 teria um custo anual de $\cong 631.050\text{€}$, representando uma economia no custo anual da energia elétrica de $\cong 3\%$. E se comparado com o estado atual, onde a potência contratada estava superestimada, a alteração na contratação de energia representa uma economia anual de $\cong 4\%$. A simulação da nova configuração é demonstrada pelas figuras 5.1 e 5.2.

2018	THS VERDE FUTURO (Calculado)	THS AZUL FUTURO (Calculado)
jan	EUR 49.338,21	EUR 47.544,77
fev	EUR 47.026,59	EUR 45.957,73
mar	EUR 53.698,68	EUR 51.616,81
abr	EUR 45.709,77	EUR 43.995,42
mai	EUR 78.136,86	EUR 75.344,71
jun	EUR 59.292,33	EUR 56.677,25
jul	EUR 41.417,57	EUR 40.604,90
ago	EUR 48.081,11	EUR 46.924,01
set	EUR 59.175,84	EUR 57.469,93
out	EUR 62.447,27	EUR 60.268,27
nov	EUR 49.461,52	EUR 48.032,99
dez	EUR 37.264,55	EUR 38.103,56
TOTAL	EUR 631.050,30	EUR 612.540,36

Figura 5.1 - Valores calculados das faturas de energia elétrica.

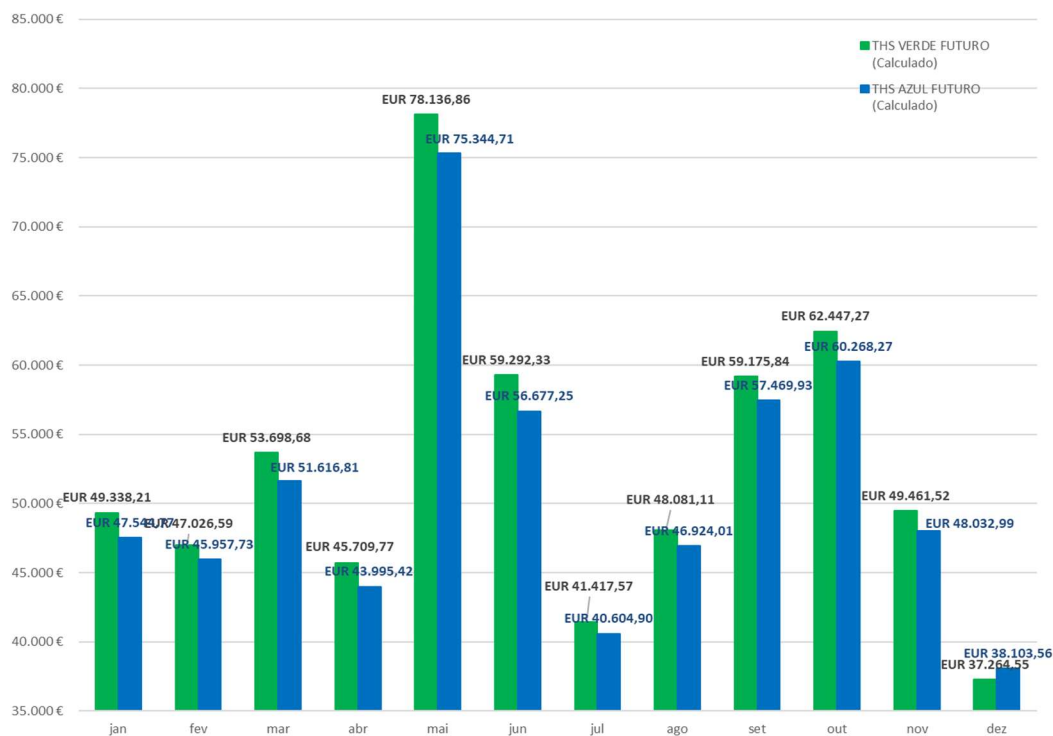


Figura 5.2 - Simulação Tarifa Verde x tarifa Azul – Configuração futura

5.2. Gestão de energia

A empresa XPTO Parafusos necessita criar uma política energética, que constitui o principal instrumento por meio do qual a organização expressa formalmente o seu comprometimento e apoio à gestão da energia no âmbito de sua operação. Este documento deve ficar disponível como informação documentada e ser amplamente divulgado, de forma a evidenciar o compromisso da alta direção da organização para todas as áreas da organização. O processo de elaboração da política energética deve envolver a visão e a missão da empresa, além da análise estratégica da sua situação perante o mercado.



Figura 5.3 - Gráfico exemplificando os fluxos de processos de um sistema de gestão de energia

[11]

De acordo com [11], a política energética deve atender aos seguintes requisitos:

- Ser apropriada ao propósito e contexto da organização, incluindo a natureza e escala do uso e consumo de energia da organização;
- Fornecer uma estrutura para estabelecer objetivos e metas energéticas;
- Incluir comprometimento para garantir a disponibilidade de informações e de recursos necessários para atingir objetivos e metas energéticas;
- Incluir comprometimento para cumprir com os requisitos legais aplicáveis e outros requisitos estabelecidos pela organização em relação à eficiência, uso e consumo de energia;
- Incluir comprometimento para melhoria contínua do SGen e atendimento à melhoria do desempenho energético;
- Apoiar a aquisição de produtos energeticamente eficientes, assim como de serviços e projetos para melhoria do desempenho energético.

A partir desta política se faz necessário a criação de modelo padrão de indicadores energéticos. Como sugestão, criar e utilizar de forma sistemática o IDE (Índice de Desempenho Energético) através dos indicadores de kWh/ton e custo médio mensal dos insumos energéticos. Os indicadores de desempenho energético são utilizados para se verificar o efeito do Sistema de Gestão de Energia (SGEn) sobre o desempenho energético da organização. A comparação do comportamento de um determinado IDE durante o período de linha de base e após início da operação do SGen pode apontar, por exemplo, se as ações implementadas estão produzindo os resultados esperados em termos de melhoria do desempenho energético ou chamar atenção para o fato de que as melhorias no desempenho energético esperadas não estão ocorrendo, figura 5.4. De maneira geral,

recomenda-se que se estabeleçam um ou mais IDE para cada um dos equipamentos com identificação de uso significativo de energia. Os IDEs são definidos na fase de planeamento para que possam ser monitorados na fase de verificação.

O mais apropriado indicador de desempenho energético é o de energia total consumida x tonelada produzida (MWh/ton produzida). Esse indicador pode ser aplicado individualmente nas máquinas e equipamentos de maiores consumos, por serem mais significativos e poderem ser analisados especificamente. Além disso, o IDE pode ser aplicado de maneira global, assim verificando o consumo de maneira generalizada e incluindo setores indirectos aos produtivos, como o setor administrativo por exemplo.

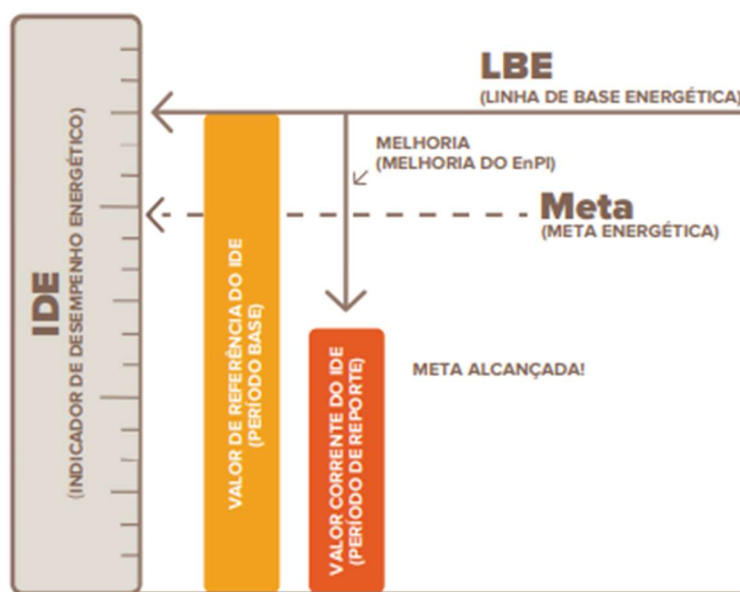


Figura 5.4 - Indicador de Desempenho Energético [11]

Através destes indicadores será possível obter inicialmente uma referência atual e a partir desta, buscar a redução do consumo, aumento da eficiência energética, melhora contínua do consumo de energia, conscientização dos consumos de energia por parte dos trabalhadores e usuários, reforçando bons comportamentos.

Como já é utilizado em outros padrões já conhecidos, a norma ISO 50001 também é baseada no modelo de sistema de gestão de melhoria contínua. Facilitando para as organizações o gerenciamento de energia em seus esforços a fim de melhorar a qualidade e gestão ambiental.

5.3. Iluminação

Em relação à iluminação, a proposta de melhoria é feita a partir de 2 cenários. O primeiro cenário é a substituição de todas as luminárias com tecnologias já ultrapassadas como por exemplo vapor de sódio e fluorescentes por luminárias LED, independentemente se as lâmpadas estejam funcionando. O segundo cenário proposto é um estudo luminotécnico da instalação. Levando em consideração as características físicas do local, bem como o nível de iluminamento adequado para cada setor. Com isso teremos as condições mais favoráveis para realização dos trabalhos, bem como a diminuição da fadiga e falhas por baixo índice de iluminação.

Os cálculos luminotécnicos são usualmente realizados durante a fase de projeto de um sistema para se obter informação sobre o desempenho desse sistema. A partir desses cálculos é possível comparar diferentes configurações e perceber qual a melhor solução possível. O DIALux é um software para estudos luminotécnicos profissionais, usado por “lighting designers” e profissionais da área da iluminação em todo o mundo. O DIALux permite planificar e visualizar as instalações de iluminação em espaços específicos [24].

5.3.1. Cenário 1

Os resultados estimados com as substituições das luminárias estão expressos na tabela 5.1. Na tabela 5.2 são demonstrados os valores de viabilidade financeira da substituição das lâmpadas atuais.

Cabe ressaltar que neste cenário não está sendo levado em consideração o nível de iluminação adequado para os ambientes, este estudo será demonstrado no cenário 2, sendo assim, com as substituições continuará a haver setores com baixo nível de iluminação.

Tabela 5.1 – Viabilidade energética - cenário 1

Quantidade	Setor	Tipo de lâmpada	Potência unitária (Watt)	Potência consumida Atual (kWh/mês)	Potência estimada Substituições (kWh/mês)	Porcentagem de redução de consumo
68	Fábrica	LED	150	6800	3570	48%
260	Fábrica	LED	24	5200	3744	28%
36	Administrativo	LED	24	254	152	40%
Consumo total mensal				12254	7466	39%

Tabela 5.2 - Viabilidade financeira - cenário 1

	Fluorescente	Vapor de sódio	LED Tubular	LED Industrial
Potência consumida atual (kWh/mês)	5454	6800	-	-
Custo de consumo atual (EUR/mês)	EUR 490,86	EUR 612,00	-	-
Custo total de consumo atual (EUR/ano)	EUR 13.234,32		-	-
Potência consumida estimada (kWh/mês)	-	-	3896	3570
Custo de consumo estimado (EUR/mês)	-	-	EUR 350,64	EUR 321,30
Custo total de consumo estimado (EUR/ano)	-	-	EUR 8.063,28	
Custo de aquisição das luminárias	EUR 1.480,00	EUR 816,00	EUR 3.552,00	EUR 3.400,00
Vida útil	15.000 horas	10.000 horas	30.000 horas	100.000 horas
Payback (Anos)	1,34			

5.3.2. Cenário 2

Com recurso ao software DIALux evo 7, foram efetuadas simulações para o ambiente de produção e administrativo com as diversas soluções de iluminação em estudo. Com as potencialidades deste programa foram recriados os ambientes com recursos ao layout físico desenhado dos edifícios. Este software permite a consulta de catálogos online dos fabricantes de luminárias ou a instalação de plugins das empresas parceiras da DIAL, o que permite escolher o modelo da luminária pretendida, ou a que melhor se adequa à realidade do projeto.

Para além das dimensões físicas do local em estudo, há outros parâmetros importantes a definir, tais como, o grau de reflexão do teto, paredes e solo, a altura do plano de trabalho, a zona marginal, fator de manutenção e iluminância média pretendida.

O software vem com os valores padrão de acordo com as normas em vigor. Neste caso, os valores médios mínimos são definidos pela Norma Técnica Brasileira ABNT NBR ISO/CIE 8995-1 - Iluminação de ambientes de trabalho, Parte 1: Interior [19]

As figuras 5.5 e 5.6 apresentam as visões gerais do projeto de iluminação do edifício de produção e da área administrativa desenvolvidos no DIALux. Para o edifício produtivo foi escolhida a luminária industrial ECOFIT 150W, com lente transparente, com 18000 lúmens de fluxo luminoso e eficiência luminosa de 120 lúmens por Watt. Para o setor administrativo foi escolhida a luminária MINOTAURO PS, de sobrepor, quadrada, com 3500 lúmens de fluxo luminoso e eficiência luminosa de 109 lúmens por Watt. No anexo IV constam as fichas técnicas das luminárias escolhidas.

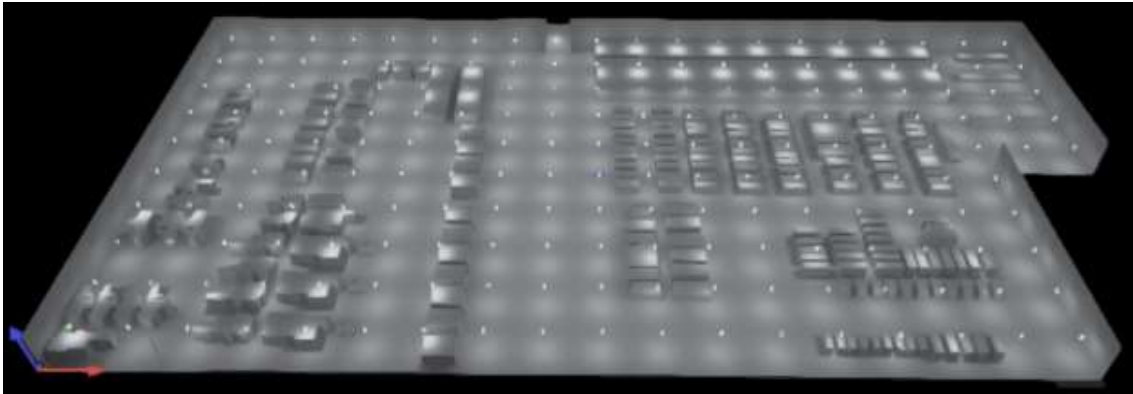


Figura 5.5 - Distribuição das luminárias do setor produtivo



Figura 5.6 - Distribuição das luminárias no setor administrativo

Os resultados de consumo energético estimados com as substituições das luminárias de acordo com o projeto luminotécnico apontam uma economia de 30%, conforme valores expressos na tabela 5.3. A viabilidade financeira da substituição das lâmpadas atuais pelas lâmpadas LED de acordo com os detalhes do projeto, apresentam aproximadamente 3 anos de retorno sobre o investimento de aquisição das luminárias conforme apresentado na tabela 5.4. Tendo em vista a vida útil das luminárias LED e pelo ciclo de operação, estima-se que as lâmpadas funcionem perfeitamente aproximadamente 15 anos, garantindo viabilidade técnica e económica das substituições.

A substituição da iluminação existente por LED, neste cenário, traria uma poupança anual de cerca de 3.500 €, uma vez que o consumo atual está em média 12,2 MWh/mês e o consumo estimado será de 9,1 MWh/mês, uma redução de aproximadamente 30% do consumo de energia elétrica. O *payback* é calculado conforme expressão 5.1 e estimado em aproximadamente 3 anos, uma vez que o custo de aquisição das luminárias é de aproximadamente 10.360 € e a economia anual de 3.500 €.

$$\text{Payback} = \frac{\text{Investimento Inicial (Aquisição das luminárias)}}{\text{Economia obtida}} \quad (5.1)$$

Tabela 5.3 - Viabilidade energética - cenário 2

Quantidade	Setor	Tipo de lâmpada	Potência unitária (Watt)	Potência consumida Atual (kWh/mês)	Potência estimada Substituições (kWh/mês)	Porcentagem de redução de consumo
200	Fábrica	LED	150	12000	9000	25%
30	Administrativo	LED	31	254	163	36%
Consumo total mensal				12254	9163	30%

Tabela 5.4 - Viabilidade financeira - cenário 2

	Fluorescente	Vapor de sódio	LED Quadrada	LED Industrial
Potência consumida atual (kWh/mês)	6620,16	5760	-	-
Custo de consumo atual (EUR/mês)	EUR 595,81	EUR 518,40	-	-
Custo total de consumo atual (EUR/ano)	EUR 13.370,57		-	-
Potência consumida estimada (kWh/mês)	-	-	163	9000
Custo de consumo estimado (EUR/mês)	-	-	EUR 14,67	EUR 810,00
Custo total de consumo estimado (EUR/ano)	-	-	EUR 9.896,04	
Custo de aquisição das luminárias	EUR 1.480,00	EUR 1.156,00	EUR 360,00	EUR 10.000,00
Vida útil	15.000 horas	10.000 horas	30.000 horas	100.000 horas
Payback (Anos)	2,98			

5.4. Ar comprimido

Para a redução dos gastos com ar comprimido, os pontos mais simples para intervenção, implementação de baixo custo e de retorno imediato são a redução da pressão de trabalho do compressor para 7 bar, instalação de dutos para captação de ar frio, eliminação dos vazamentos na linha e eliminação dos pontos de ar comprimido instalados nos vibradores de alimentação das máquinas.

A primeira proposta de melhoria é a separação/divisão dos circuitos pneumáticos, sendo um circuito de 5 bar e outro de 7 bar. Isso se faz necessário pois existem duas pressões diferentes para acionamentos das máquinas. Atualmente parte da energia empregada na compressão do ar é desperdiçada nos reguladores de pressão na alimentação de entrada das máquinas, uma vez que a máquina tem a necessidade de uma pressão de trabalho menor. Para esta ação, recomenda-se o ajuste dos reguladores de pressão internos dos compressores de 9 bar para 5 e 7 bar respectivamente. Com a redução em 2 bar do ajuste da pressão de trabalho, podemos atingir economia entre 12 e 20%, conforme manual prático [14] e explicado no capítulo 4. Com isso, podemos estimar o

custo mínimo anual das perdas, considerando 12%, por pressão elevada são aproximadamente 5.372 €, conforme tabela 5.5.

Outra proposta de melhoria é a instalação de dutos para captação de ar externo da sala de compressores, sendo este, mais frio. Ao alterar o sistema de captação a fim de reduzir a temperatura do ar externo captado de em média 43°C para uma temperatura média de 21°C a 27°C, teremos uma economia de energia por eficiência do processo de compressão de 5,7 a 7,6%, conforme manual prático em [14] e explicado no capítulo 3, tabela 3.4. A captação de ar mais frio resulta em uma economia financeira de aproximadamente 3.172,71 €.

Relacionado aos aspetos de manutenção dos equipamentos, os mesmo estão em condições satisfatórias, sendo a única observação a grande quantidade de vazamentos encontrados na linha de distribuição. Com os vazamentos, o desperdício de ar comprimido chega a 5.782 l/min, o que resulta em um custo de aproximadamente 10.254,58 € para a XPTO Parafusos, conforme inspeção por Ultrassom realizada e demonstrada no Apêndice A.

Tabela 5.5 – Custo anual total das perdas de ar comprimido

PERCENTUAL DE PERDAS POR VAZAMENTO	11,00%
CUSTO ANUAL DA PERDA POR VAZAMENTOS	EUR 10.254,58
PERCENTUAL DE PERDAS POR TEMPERATURA ELEVADA NA CAPTAÇÃO	7,60%
CUSTO ANUAL DA PERDA DEVIDO A TEMPERATURA ELEVADA NA CAPTAÇÃO	EUR 3.172,71
PERCENTUAL DE PERDA DEVIDO A PRESSÃO ELEVADA	12%
CUSTO ANUAL DA PERDA DEVIDO A PRESSÃO ELEVADA	EUR 5.372,80
CUSTO ANUAL TOTAL DAS PERDAS DE AR COMPRIMIDO	EUR 18.800,09

5.5. Sistemas motrizes

A primeira melhoria sugerida é o desenvolvimento de um projeto de viabilidade técnica e financeira para o redimensionamento e substituição dos motores das máquinas Prensas progressivas, com objetivo de reduzir as potências nominais dos motores para as

condições atuais de esforços mecânicos e velocidade, ajustando assim o carregamento dos motores que atualmente está baixo, conforme verificado no capítulo 4. Desse modo os motores poderão trabalhar obtendo o máximo rendimento durante sua operação, reduzindo a carga total instalada na fábrica, melhorando o fator de potência e diminuindo o consumo de energia elétrica. Com este redimensionamento, será possível a aquisição de motores da linha Super-Premium, IR4, com rendimento de 95,4%, permitindo uma melhor eficiência do processo produtivo.

Estudos técnicos apontados em [20] revelam que as perdas no rendimento podem variar de 3 a 7,5% a cada rebobinagem do motor elétrico, recomenda-se a aquisição de motores novos para todos os motores até 2 cv, sempre que estes estiverem sem condições de operação ao invés do rebobinamento dos mesmos. Para motores de potência maiores, um estudo de viabilidade deve ser realizado, lembrando-se que em média 95% do custo na vida útil de um motor se deve ao consumo de energia.

A partir do projeto de redimensionamento e a substituição dos motores, será possível efetuar a correção do fator de potência da empresa, uma vez que são os principais causadores do baixo fator de potência.. Com a correção do fator de potência será possível ter uma economia anual de aproximadamente 10.800,00 €, valores referentes às penalizações aplicadas nas faturas de energia do ano em estudo.

Outro ponto importante é a necessidade de alteração no sistema de controle dos equipamentos, onde este permitirá o uso mais eficiente de energia elétrica, fazendo com que as máquinas sejam desligadas por problemas de falta de suprimento de matéria-prima ou por qualquer outro problema na produção, como a falta de operador ou falha no produto produzido, evitando assim, máquinas e motores ligados desnecessariamente, conseqüentemente, reduzindo os consumos de energia.

5.6. Transformadores

Somando-se a potência de todos os transformadores temos um total de 5,25 MVA disponíveis na XPTO Parafusos, frente a uma potência máxima demandada de 1,81 MVA. A grosso modo, podemos dizer que pela carga atual da XPTO Parafusos, é possível manter a operação total da unidade com apenas dois transformadores, ao invés dos cinco transformadores atuais.

Para um melhor aproveitamento energético dos transformadores na XPTO Parafusos, recomenda-se o remapeamento de cargas entre os transformadores, de modo que alguns transformadores sejam desligados e os remanescentes operem com carregamento na faixa de 70% a 80% de sua potência nominal, obtendo-se rendimento e vida útil satisfatórios. Adicionalmente, recomenda-se que este remapeamento priorize não a concentração por tipo de cargas (máquinas x fornos x compressores, entre outros) mas sim a proximidade das cargas com os transformadores, de modo que as perdas nos cabos de alimentação sejam minimizadas, pois ao diminuir o comprimento dos condutores é reduzido o valor das resistências dos enrolamentos, e assim, diminuindo as perdas por efeito de Joule devido à corrente de carga [25].

Com isso a sugestão é deixar ligado apenas o TR#2 e TR#3 que totaliza uma potência total de 2,5 MVA, como a demanda total é de 1,81 MVA, teremos um melhor aproveitamento e carregamento médio dos transformadores em aproximadamente 73%.

Com este remapeamento, podemos implementar outra ação com os transformadores remanescentes, de modo que tenhamos diversos transformadores para alimentar a mesma instalação, permitindo uma maior flexibilidade e o ajuste da carga em funcionamento, alternando o uso dos transformadores, limitando-se, assim, as perdas em vazio nas horas de baixa carga, ou em que a XPTO Parafusos não esteja funcionando. É viável, por exemplo, ter um transformador de menor porte, exclusivo para alimentação da iluminação, de modo a permitir mantê-la ligada durante a execução dos serviços de limpeza e vigilância nos horários em que a empresa não esteja funcionando. Vale ressaltar que é aconselhável deixar os transformadores desligados da rede durante prazos relativamente curtos, no máximo uma semana, buscando evitar problemas decorrentes da absorção de humidade.

6. Conclusão

Este relatório de estágio apresenta a realização de uma auditoria energética na empresa XPTO Parafusos, onde foi efetuado o levantamento de dados dos equipamentos operacionais existentes, a fim de saber: quantidade de equipamentos por tipo, potência instalada e ciclo de trabalho, compondo o inventário de máquinas, onde foi identificada a oportunidade de realização de projeto de adequação e substituição dos motores em relação à potência exigida de cada equipamento, assim ajustando o carregamento dos motores, obtendo melhor desempenho em relação ao rendimento, fator de potência e consumo energético.

A partir da readequação das cargas em relação aos transformadores e do redimensionamento dos motores elétricos em relação às máquinas será possível o controle ideal do fator de potência, evitando assim ultrapassagem do baixo fator de potência a valores inferiores a 0,92 e com isso não sofrendo aplicação de penalização nas facturas de energia, podendo assim totalizar uma economia de aproximadamente 10.816 € por ano.

Ainda, foi avaliado o sistema de iluminação dos setores de produção e administrativo, onde foi estudada a viabilidade técnica e económica da substituição do sistema atual por sistema mais eficiente, utilizando-se de tecnologia LED, obtendo-se uma economia do consumo anual de energia elétrica de 37 MWh, em torno de 30% de redução do consumo, o que representa uma economia anual de aproximadamente 3.500,00 € e retorno sobre o investimento da aquisição das luminárias estimado em 2,98 anos.

Em relação ao sistema pneumático foram identificadas oportunidades de melhoria relacionadas com a redução do consumo de ar comprimido da rede por alterações no processo produtivo atual com a modificação dos sistemas de alimentação das máquinas, eliminação de vazamentos, mudança da configuração da admissão do ar atmosférico e adequação da pressão de trabalho da rede atual, sendo estimada economia anual de aproximadamente 18.800,00 €.

Efetuada a avaliação detalhada do consumo de um período de 12 meses por meio de análise das faturas de energia elétrica, observa-se a necessidade de alteração da classe

tarifaria e readequação de contrato, podendo-se obter uma redução de custos anual da ordem de 25.289€, o que representa uma economia anual de 4%, tal implementação e alteração deve ser feita imediatamente, pois não há custos de investimento para modificação junto à concessionária e a economia poderá ser observada nas próximas faturas de energia.

Tendo em vista que este trabalho se propõe a criar uma memória de cálculo a ser utilizada pela empresa XPTO Parafusos para obtenção de redução de consumo e por consequência custos operacionais, acredita-se que os resultados ora apresentados satisfazem os requisitos da empresa em questão. Sendo implementadas as propostas de melhorias, estima-se uma economia total na ordem de 47.300,00 € por ano.

Ainda no termo de avaliação de sistemas térmicos, foi identificado a oportunidade de otimização do processo de alimentação e controle de lotes para redução dos tempos de configuração e regulação entre lotes nos fornos de tratamento térmico, uma vez que o forno é o equipamento com o maior consumo de energia desta instalação.

Como sugestão de trabalhos futuros em continuação a este, recomenda-se estudo de viabilidade técnica e económica para utilização de energias sustentáveis, projeto de redimensionamento e substituição dos motores elétricos das máquinas, para aquisição de motores com índice de rendimento IR4, mudança no sistema de controle interno dos fornos com vistas à otimização do processo, com objetivo de diminuir o tempo de ociosidade entre lotes, projeto e adequação dos sistemas de controle das máquinas com o objetivo de não funcionarem longos períodos em vazio e criação de software para avaliação otimizada dos indicadores energéticos por meio de sistema computacional.

Referências

- [1] Confederação Nacional da Indústria “SondEsp 65, Indústria e energia”, Março de 2016, <http://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/sondesp-65-industria-e-energia/>, acessado em 26/02/2020.
- [2] Sistema FIEP (Federação das Indústrias do Estado do Paraná), agosto de 2018, <https://g1.globo.com/pr/parana/especial-publicitario/fiep/sistema-fiep/noticia/2018/08/22/eficiencia-energetica-mais-competitividade-para-as-industrias.ghtml>, acessado em 12/03/2020.
- [3] Portaria IR3 - Novo padrão de rendimento dos motores elétricos, WEG
- [4] Otimização Energética numa Unidade Industrial, 2009. - Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Elétrica e de Computadores). Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.
- [5] Auditoria Energética na Indústria, 2014 - Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica) - Universidade de Brasília, Brasília.
- [6] Eficiência energética na indústria: Curso de utilização racional de energia. Portugal: Gaia, 2004.
- [7] Uma nova metodologia para análise da qualidade da energia elétrica sob condições de ocorrência de múltiplos distúrbios, 2009 – Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) - Universidade de São Paulo, São Paulo.
- [8] Eficiência energética na indústria “Curso de utilização racional de energia”, Adene, janeiro de 2004
- [9] Despacho N° 17449/2008 – Direção Geral de Energia e Geologia. Portugal, 2008
- [10] Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica “Manual de tarifação de energia elétrica”, agosto de 2011.
- [11] Guia para aplicação da Norma NBR ISO 50001 - Gestão de energia, International Copper Association Brazil.
- [12] PHILIPS LIGHTING HOLDING. Lâmpadas e tubos LED. Disponível em: <http://www.lighting.philips.com.br/prof/lampadas-e-tubos-led>, acessado em: 12/09/2020.
- [13] EETT, Manual técnico de gestão de energia, Universidade de Coimbra e MVV Consulting.

- [14] Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica “Manual prático – Eficiência energética em sistema de ar comprimido”, Abril de 2014.
- [15] Data sheet Detector de vazamentos LD500, CS Instruments, https://www.cs-instruments.com/fileadmin/cs-data/Datenblaetter/FICHAS_TECNICAS_-_PT/Data_Sheet_LD500_Portuguese.pdf, acessido em 10/09/2020.
- [16] Cartilha Eficiência energética para pequenos negócios – motores elétricos, Weg/Sebrae, 2016.
- [17] Enel “Tarifas para fornecimento de energia elétrica” <https://www.eneldistribuicaoosp.com.br/corporativo-poder-publico/tarifa-de-energia-eletrica>, acessido em 26/02/2020.
- [18] Agência Nacional de Energia Elétrica “Resolução Normativa 414”, de 9 de setembro de 2010, <https://www.aneel.gov.br/documents/656877/14486448/bren2010414.pdf/3bd33297-26f9-4ddf-94c3-f01d76d6f14a?version=1.0>, acessido em 26/02/2020.
- [19] Associação Brasileira de Normas Técnicas “ABNT NBR ISO/CIE 8995-1 – Iluminação de ambientes de trabalho Parte 1: Interior”
- [20] Cartilha uso eficiente da energia elétrica – Motores elétricos, inversores de frequência e geração solar – WEG, <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h7c/h92/WEG-gestao-eficiente-da-energia-eletrica-50030292-brochure-portuguese-web.pdf>, acessido em 02/01/2021.
- [21] Artigo publicado na revista Lumiere Electric edição nº 166 - Considerações sobre redimensionamento de motores elétricos de indução – Weg, <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h94/hb9/WEG-consideracoes-sobre-redimensionamento-de-motores-eletricos-de-inducao-artigo-tecnico-portugues-br.pdf>, acessido em 20/12/2020.
- [22] Programa Nacional de Conservação de Energia Eletrica, Compressores – Guia básico, 2009
- [23] Dimensioning and servicing compressor installations, Atlas Copco Compressed Air Manual 8th Edition.
- [24] “DIAL- Download DIALux” <https://www.dial.de/en/software/dialux/download/>

[25] Conservação de energia: Eficiência energética de equipamentos e instalações – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, Itajubá, Brasil, 2006

Apêndice A

Vazamentos

Tabela A.0.1 - Relatório de vazamentos encontrados

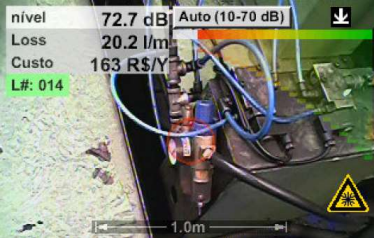

Imagem	Data	Volume Perdido (Litros/min)	Custo anual (Reais - R\$)	Custo anual (Euro - €)	CO2
<p>1</p> 	03/08/2020	7,23	62	12,92	0,4
<p>2</p> 	03/08/2020	1,24	10,63	2,21	0,07
<p>3</p> 	03/08/2020	128,65	1102,89	229,77	7,13
<p>4</p> 	03/08/2020	128,65	1102,89	229,77	7,13
<p>5</p> 	03/08/2020	128,65	1102,89	229,77	7,13

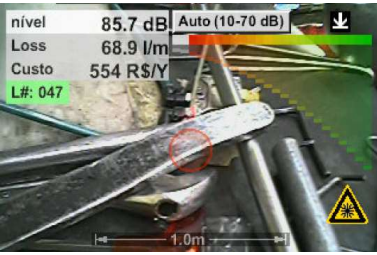
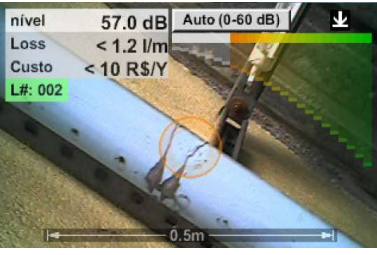



<p>6</p> 	03/08/2020	28,23	242,06	50,43	1,56
<p>7</p> 	03/08/2020	52,08	446,54	93,03	2,89
<p>8</p> 	03/08/2020	6,56	52,52	10,94	0,34
<p>9</p> 	03/08/2020	128,65	1102,89	229,77	7,13
<p>10</p> 	03/08/2020	128,65	1102,89	229,77	7,13
<p>11</p> 	03/08/2020	128,65	1102,89	229,77	7,13

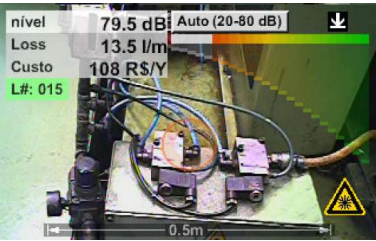
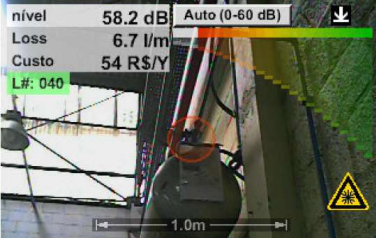



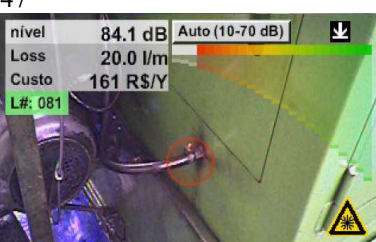
<p>12</p> 	03/08/2020	25,08	214,81	44,75	1,39
<p>13</p> 	03/08/2020	5,18	44,34	9,24	0,29
<p>14</p> 	03/08/2020	15,17	130	27,08	0,84
<p>15</p> 	03/08/2020	128,65	1102,89	229,77	7,13
<p>16</p> 	03/08/2020	8,783	75,29	15,69	0,49
<p>17</p> 	03/08/2020	83	712,05	148,34	4,6

<p>18</p> 	03/08/2020	8,68	73,32	15,28	0,47
<p>19</p> 	03/08/2020	128,65	1102,89	229,77	7,13
<p>20</p> 	03/08/2020	128,65	1102,89	229,77	7,13
<p>21</p> 	03/08/2020	17,01	145,94	30,40	0,94
<p>22</p> 	03/08/2020	10,66	91,39	19,04	0,59
<p>23</p> 	03/08/2020	1,23	10,63	2,21	0,07

<p>24</p>  <p>nivel 80.6 dB Auto (10-70 dB) Loss 14.7 l/m Custo 118 R\$/Y L#: 058</p>	03/08/2020	14,7	126,04	26,26	0,81
<p>25</p>  <p>nivel > 109.0 dB Auto (30-90 dB) Loss > 128.6 l/m Custo > 1035 R... L#: 064</p>	03/08/2020	128,65	1102,89	229,77	7,13
<p>26</p>  <p>nivel 77.0 dB Auto (10-70 dB) Loss 10.6 l/m Custo 85 R\$/Y L#: 030</p>	03/08/2020	10,62	91,04	18,97	0,59
<p>27</p>  <p>nivel > 109.0 dB Auto (30-90 dB) Loss > 128.6 l/m Custo > 1035 R... L#: 061</p>	03/08/2020	128,65	1102,89	229,77	7,13
<p>28</p>  <p>nivel 76.8 dB Auto (10-70 dB) Loss 10.5 l/m Custo 84 R\$/Y L#: 043</p>	03/08/2020	10,46	89,68	18,68	0,58
<p>29</p>  <p>nivel 70.3 dB Auto (10-70 dB) Loss 7.0 l/m Custo 56 R\$/Y L#: 025</p>	03/08/2020	6,98	59,74	12,45	0,39


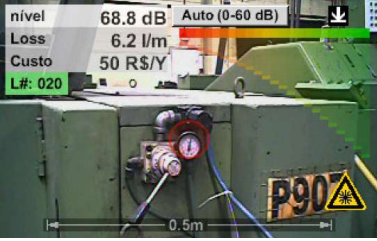
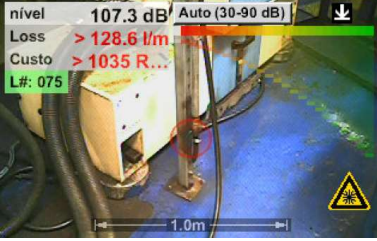

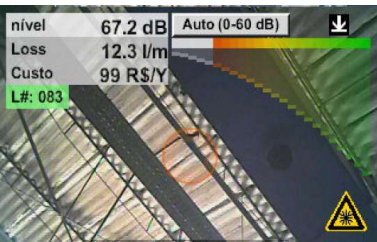
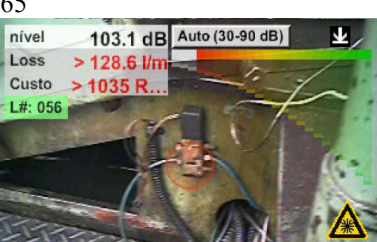
<p>30</p> 	03/08/2020	17,86	153,14	31,90	0,99
<p>31</p> 	03/08/2020	20,22	173,37	36,12	1,12
<p>32</p> 	03/08/2020	12,72	109,07	22,72	0,7
<p>33</p> 	03/08/2020	128,65	1102,89	229,77	7,13
<p>34</p> 	03/08/2020	128,65	1102,89	229,77	7,13
<p>35</p> 	03/08/2020	128,65	1102,89	229,77	7,13

<p>36</p> 	03/08/2020	68,93	545,8	113,71	3,53
<p>37</p> 	05/08/2020	1,24	10,63	2,21	0,07
<p>38</p> 	05/08/2020	4,88	41,79	8,71	0,27
<p>39</p> 	05/08/2020	128,65	1102,89	229,77	7,13
<p>40</p> 	05/08/2020	128,65	1102,89	229,77	7,13
<p>41</p> 	05/08/2020	10,84	87,3	18,19	0,58

<p>42</p> 	05/08/2020	13,51	107,73	22,44	0,69
<p>43</p> 	05/08/2020	6,72	55,67	11,60	0,36
<p>44</p> 	05/08/2020	5,09	41,34	8,61	0,27
<p>45</p> 	05/08/2020	14,49	116,99	24,37	0,74
<p>46</p> 	05/08/2020	128,65	1102,89	229,77	7,13
<p>47</p> 	05/08/2020	19,44	166,64	34,72	1,08

<p>48</p>  <p>nível > 109.0 dB Auto (30-90 dB) Loss > 128.6 l/m Custo > 1035 R... L#: 062</p>	05/08/2020	128,65	1102,89	229,77	7,13
<p>49</p>  <p>nível > 109.0 dB Auto (30-90 dB) Loss > 128.6 l/m Custo > 1035 R... L#: 055</p>	05/08/2020	128,65	1102,89	229,77	7,13
<p>50</p>  <p>nível 68.2 dB Auto (0-60 dB) Loss 13.5 l/m Custo 109 R\$/Y L#: 049</p>	05/08/2020	13,42	108,97	22,70	0,74
<p>51</p>  <p>nível > 109.0 dB Auto (30-90 dB) Loss > 128.6 l/m Custo > 1035 R... L#: 067</p>	05/08/2020	128,65	1102,89	229,77	7,13
<p>52</p>  <p>nível 82.8 dB Auto (20-80 dB) Loss 17.9 l/m Custo 144 R\$/Y L#: 018</p>	05/08/2020	17,93	144,52	30,11	0,92
<p>53</p>  <p>nível 66.4 dB Auto (0-60 dB) Loss 5.0 l/m Custo 40 R\$/Y L#: 034</p>	05/08/2020	4,99	42,86	8,93	0,28


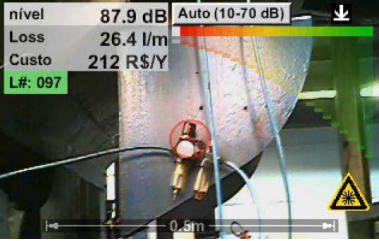

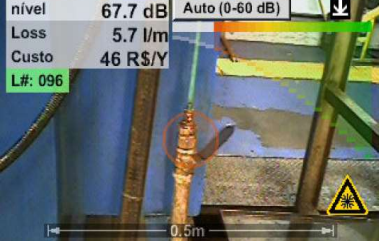

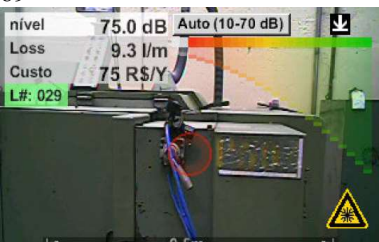
<p>54</p>  <p>nivel 60.2 dB Auto (0-60 dB)</p> <p>Loss 1.9 l/m</p> <p>Custo 15 R\$/Y</p> <p>L#: 012</p> <p>0.5m</p>	05/08/2020	1,92	15,29	3,19	0,08
<p>55</p>  <p>nivel 87.7 dB Auto (10-70 dB)</p> <p>Loss 87.0 l/m</p> <p>Custo 700 R\$/Y</p> <p>L#: 037</p> <p>1.0m</p>	05/08/2020	87,02	723,16	150,66	4,67
<p>56</p>  <p>nivel 94.6 dB Auto (20-80 dB)</p> <p>Loss > 128.6 l/m</p> <p>Custo > 1035 R...</p> <p>L#: 074</p> <p>1.0m</p>	05/08/2020	128,65	1102,89	229,77	7,13
<p>57</p>  <p>nivel 84.7 dB Auto (10-70 dB)</p> <p>Loss 21.0 l/m</p> <p>Custo 169 R\$/Y</p> <p>L#: 094</p> <p>0.5m</p>	05/08/2020	21,04	169,76	35,37	1,17
<p>58</p>  <p>nivel 63.6 dB Auto (0-60 dB)</p> <p>Loss 9.2 l/m</p> <p>Custo 74 R\$/Y</p> <p>L#: 084</p> <p>1.0m</p>	05/08/2020	9,22	74,07	15,43	0,51
<p>59</p>  <p>nivel 91.7 dB Auto (20-80 dB)</p> <p>Loss > 128.6 l/m</p> <p>Custo > 1035 R...</p> <p>L#: 054</p> <p>0.5m</p>	05/08/2020	128,65	1102,89	229,77	7,13

<p>60</p> 	05/08/2020	128,65	1102,89	229,77	7,13
<p>61</p> 	05/08/2020	6,21	50,38	10,50	0,34
<p>62</p> 	05/08/2020	128,65	1102,89	229,77	7,13
<p>63</p> 	05/08/2020	128,65	1102,89	229,77	7,13
<p>64</p> 	05/08/2020	12,27	99,5	20,73	0,68
<p>65</p> 	05/08/2020	128,65	1102,89	229,77	7,13

<p>66</p> 	05/08/2020	22,71	183,12	38,15	1,26
<p>67</p> 	05/08/2020	128,65	1102,89	229,77	7,13
<p>68</p> 	05/08/2020	2,71	22,09	4,60	0,15
<p>69</p> 	10/08/2020	5,18	42,03	8,76	0,29
<p>70</p> 	10/08/2020	128,65	1102,89	229,77	7,13
<p>71</p> 	10/08/2020	128,65	1102,89	229,77	7,13

72		10/08/2020	20,28	163,8	34,13	1,11
73		10/08/2020	3,41	27,99	5,83	0,19
74		10/08/2020	9,51	76,54	15,95	0,53
75		10/08/2020	1,79	15,36	3,20	0,1
76		10/08/2020	11,65	94,62	19,71	0,64
77		10/08/2020	128,65	1102,89	229,77	7,13

78		10/08/2020	6,41	50,99	10,62	0,32
79		10/08/2020	3,13	25,86	5,39	0,17
80		10/08/2020	128,65	1102,89	229,77	7,13
81		10/08/2020	55,67	447,29	93,19	2,75
82		10/08/2020	128,65	1102,89	229,77	7,13
83		10/08/2020	4,44	36,06	7,51	0,25

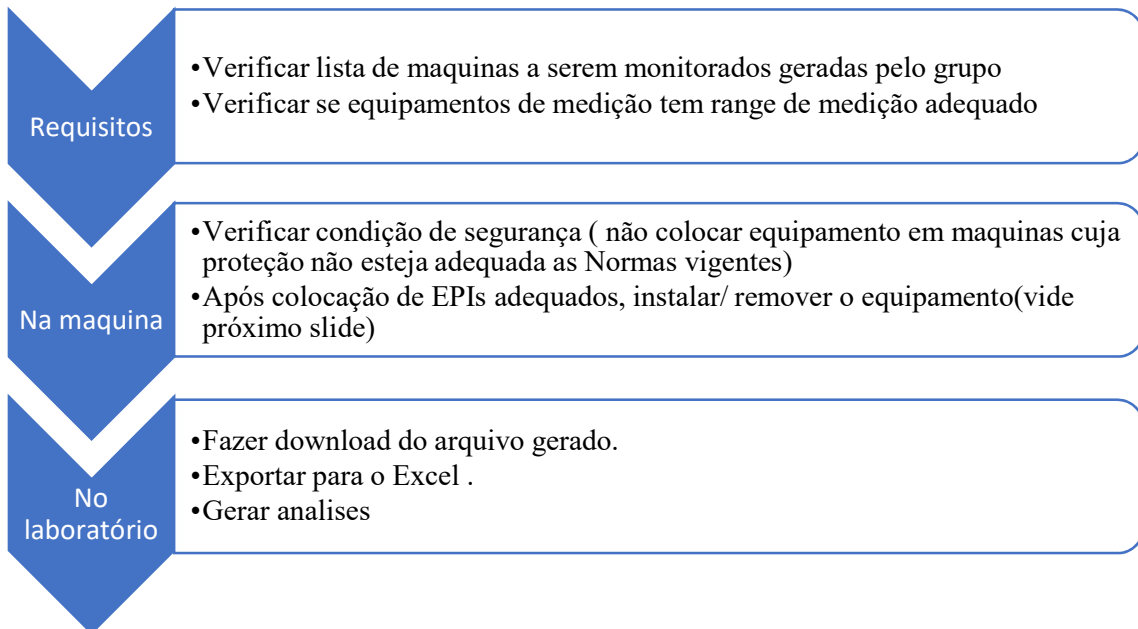
<p>84</p> 	10/08/2020	128,65	1102,89	229,77	7,13
<p>85</p> 	10/08/2020	26,4	212,33	44,24	1,46
<p>86</p> 	10/08/2020	128,65	1102,89	229,77	7,13
<p>87</p> 	10/08/2020	5,69	46,26	9,64	0,31
<p>88</p> 	10/08/2020	128,65	1102,89	229,77	7,13
<p>89</p> 	10/08/2020	9,34	75,11	15,65	0,52

90		10/08/2020	128,65	1102,89	229,77	7,13
91		10/08/2020	113,11	910,73	189,74	6,27
92		10/08/2020	128,65	1102,89	229,77	7,13
93		10/08/2020	14,08	113,46	23,64	0,78
94		10/08/2020	5,93	48,08	10,02	0,33
95		10/08/2020	13,18	107,32	22,36	0,73

VALORES TOTAIS	5.777,52	R\$ 49.221,97	10.254,58 €	319,07
-----------------------	-----------------	----------------------	--------------------	---------------

Anexo I

Procedimento para medição



Conexões Fluke 435-II

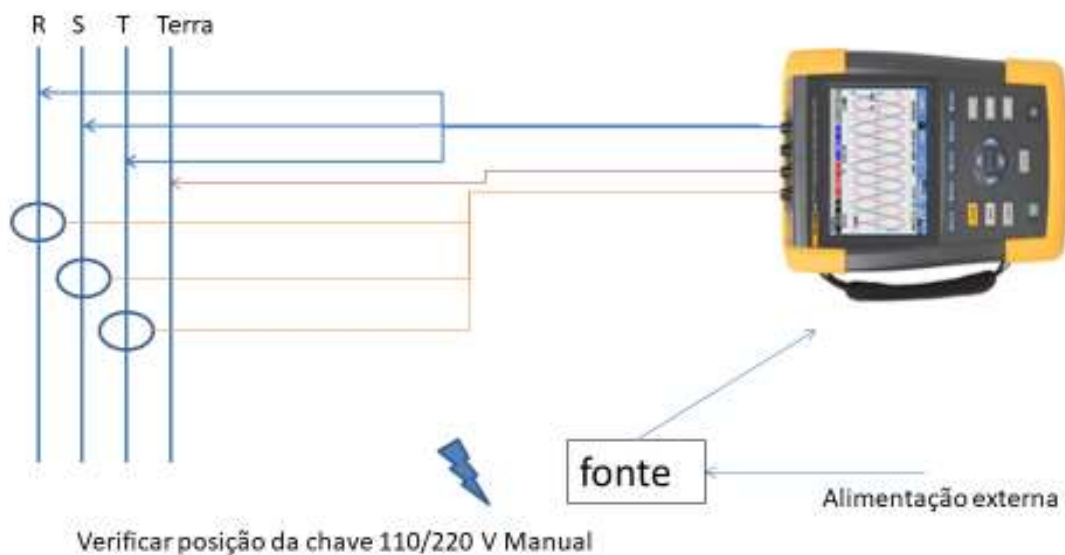
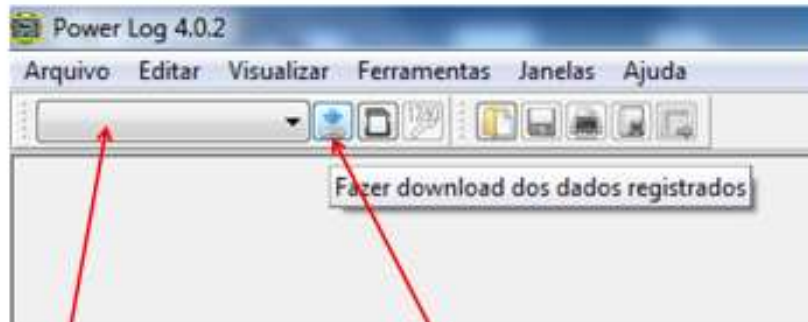


Figura Anexo I.0.1 - Esquema de ligação do medidor Fluke

Download Dados

1 – Abrir software Fluke Power log

2 – conectar o cabo usb

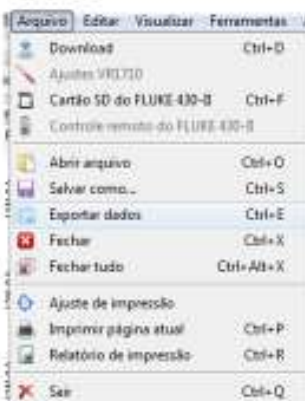


3 – selecionar o aparelho

4 – clicar sobre o ícone download

Exportar dados

1- Clicar em Arquivo / exportar dados

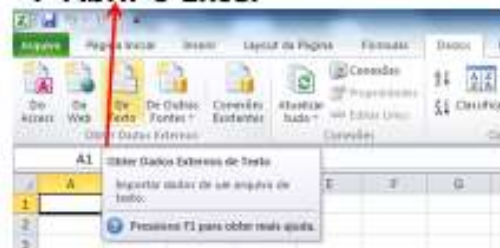


2 – Selecionar parâmetros



3- Clicar em salvar como

4- Abrir o Excel



5 – Inserir dados de arquivo de texto

Anexo II

Analizador de energia e qualidade de energia – Fluke 435-II - Fluke



Principais recursos

Analise problemas de qualidade de energia, calcule os custos da energia desperdiçada e evite o tempo de inatividade com o Analisador de Energia Fluke 434-II e o Analisador de Energia e de Qualidade de Energia Fluke 435-II.

- **Integridade avançada da qualidade de energia** — Resumo dos dados de integridade da qualidade de energia em tempo real, para que você possa tomar melhores decisões de manutenção
- **Calculadora de perda de energia** — Descubra os custos da perda de energia causados especificamente por baixa qualidade de energia
- **Maior classificação de segurança do setor** — CAT III 1000 V/CAT IV 600 V

Anexo III

Datasheet detetor de vazamento de ar comprimido – LD 500 – CS Instruments



Vazamentos

LD 500/510: avanço constante

Os novos medidores de vazamento LD 500/510 com câmara integrada e o cálculo de vazamento são instrumentos de medição avançados que ajudam a encontrar e documentar mesmo os menores vazamentos (0,1 l/min é igual a aproximadamente € 1 pa) e mesmo a distâncias distantes.

LD 510 é o primeiro medidor de vazamento no mundo com uma entrada de sensor adicional livremente atribuível para todos os sensores CS. Além de medir e detectar vazamentos, você também pode realizar todas as medidas necessárias do ponto de condensação, fluxo, pressão e temperatura...



Deteção de vazamento em:

- Sistemas de ar comprimido, gás, vapor e vácuo
- Armadilhas de vapor
- Juntos
- Sistemas de refrigeração



Os fones de ouvido à prova de ruído permitem a detecção de vazamentos em ambientes extremamente barulhentos. O ruído ambiente será atenuado e o vazamento (som ultra-sônico inaudível) será transformado em sinal audível. O laser indica a localização exata.

Acessórios



A trombeta acústica agrupa as ondas acústicas dos menores vazamentos; em um ambiente barulhento o ruído será eliminado



Opcionalmente disponível: o gooseneck permite detectar vazamentos no local, mesmo no caso de locais inacessíveis.



Descrição	Order no.
Definir LD 500 consta de:	0601 0105
Detector de vazamento LD 500 com trompete acústico e câmara integrada, 100 marcas de vazamento para marcar vazamentos no local	0560 0105
Caso de transporte	0554 0106
Fones de ouvido com som	0554 0104
Tubo com dica de foco	0530 0104
Ficha do adaptador de CA	0554 0009
Cabo de hélice para conectar o sensor de som ultra-som	020001402
Definir LD 510 consta de:	0601 0106
Detector de vazamento LD 510 incl. trombeta acústica, com câmara integrada e entrada adicional para sensores externos, 100 marcas de vazamento para marcar vazamentos no local	0560 0106
Caso de transporte	0554 0106
Fones de ouvido com som	0554 0104
Tubo com dica de foco	0530 0104
Ficha do adaptador de CA	0554 0009
Cabo de hélice para conectar o sensor de som ultra-som	020001402
Equipamento:	
CS Leak Reporter: para relatórios detalhados do ISO 50001. Mostra os vazamentos encontrados e suas possíveis economias. As medidas para a eliminação, incluindo a visualização do estado, podem ser definidas para cada vazamento.	0554 0105
Gooseneck para a detecção de vazamentos em sites que são acesso difícil	0530 0105
Espelho parabólico para detecção de vazamentos de longa distância	0530 0106
Sonda ultra-sônica para testes de vazamento	0554 0103
500 marcas de vazamento para marcar vazamentos no local	0530 0107
Calibração:	
Recalibração LD 500 / LD510 com certificado	0560 3333
Sensores adicionais para conexão ao LD 510:	
Sensor de ponto de orvalho FA 510 para dispositivos móveis, -80 ... +20 ° Ctd, incl. Câmara de medição móvel, cabo de conexão de 5m e tampa de proteção perfurada	0699 1510
Sensor de fluxo VA 500, versão máxima (185 m / s) comprimento do sensor 220 mm, incl. Cabo de conexão de 5 m	0695 1124
Sensor de pressão padrão CS 16, 0 ... 16 bar, ± 1% de precisão de f. s	0694 1886
Sensor de pressão diferencial 1.6 bar diff	0694 3561

Dados técnicos

LD 500/510

Frequência de trabalho:	40 kHz ± 2 kHz
Conexões:	Conector estereo de 3.5 mm para fones de ouvido. Tomada de energia para conectar um carregador externo
Laser:	Comprimento de onda: 645 ... 660 nm Potência de saída: <1 mW (laser classe 2)
Display:	Tela de toque 3.5"
Interface:	interface USB
Gravador de dados:	Cartão de memória SD de 2GB (100 milhões de títulos)
Fonte de energia:	Baterias internas de lítio recarregáveis aprox. 9 h de operação contínua, 4 h de tempo de carregamento
Temperatura ambiente:	0...+50°C
EMG:	DIN EN 61326
Nível automático:	Adapta-se automaticamente sensibilidade ao meio ambiente e eliminar o barulho ambiental
Sensibilidade:	min: 0,1 l / min a 6 bar, 5 m de distância, aprox. 1

Dados técnicos de entrada do sensor externo (somente LD 510)

Escala de medição:	Por favor, veja os sensores CS externos
Precisão:	Por favor, veja os sensores CS externos
Suprimento de tensão:	Tensão de saída: 24 VDC ± 10% Corrente de saída: 120 mA em operação contínua

Escritórios de vendas em Espanha

CS INSTRUMENTS SPAIN
Avda. Cerro Milano 4, Local I
28031 Madrid
Tel.: +34 91 331 57 58
Fax: +34 91 331 62 30

info@cs-instruments-spain.es
www.cs-instruments-spain.es

Anexo IV

Luminárias escolhidas

**Linha Industrial
EcoFit**
100W, 150W

*Imagens meramente ilustrativas



APLICAÇÕES:

CENTROS
LOGÍSTICOS

INDUSTRIAS

ÁREAS
INTERINAS

5 ANOS
GARANTIA

100.000h
Vida útil

110V
220V

IP
40

A

DADOS TÉCNICOS

Tipo: Industrial
 Uso: Interno
 Base: Ligação direta
 Fator de Potência: >0,98 @ 127V / >0,95 @ 220V
 Driver: Interno
 Faixa de Operação: -30°C – 50°C
 IRC: >80
 THD: <10% @ 127V / <15% @ 220V

Abertura da Lente: 120° (lente transparente)
 140° (lente leitosa)

IP: 40
 IK: N/D
 Tensão: 80 –265 Vac
 Frequência: 50 Hz / 60 Hz
 Temperatura de Cor: 5000 K
 Cores Disponíveis: Branco

CODIGO	POTENCIA	EFICIENCIA	FLUXO	PESO
ECOFIT-100X (LEIT.)	100W	105 lm/w	10500 lm	3,00 kg
ECOFIT-100X (TRANSP.)	100W	120 lm/w	12000 lm	3,00 kg
ECOFIT-150X (LEIT.)	150W	105 lm/w	15750 lm	3,00 kg
ECOFIT-150X (TRANSP.)	150W	120 lm/w	18000 lm	3,00 kg

*Valores de Eficiência e Fluxo podem variar em ±10%





INFORMAÇÕES ADICIONAIS

- Dissipadores em Alumínio
- Livre de mercúrio e conformidade RoFS



SPECIALISTA EM ILUMINAÇÃO COMERCIAL E INDUSTRIAL

Figura Anexo IV.0.1 - Luminária LED Industrial - Setor produtivo

MINOTAURO S

PREMIUM

MINOTAURO PS | MINOTAURO 2PS
MINOTAURO MS | MINOTAURO RS

Instalação
Sobrepôr

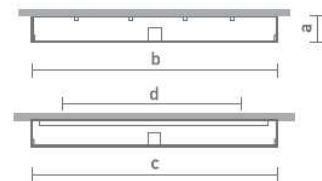
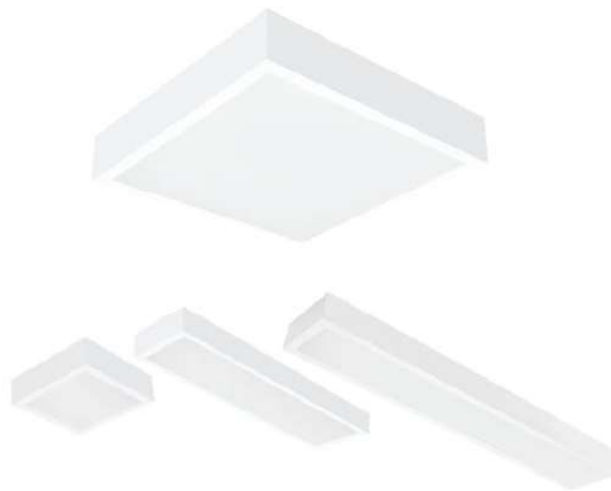
Formato
Quadrada | Retangular

Corpo
Chapa de aço tratada com acabamento em pintura eletrostática na cor branca

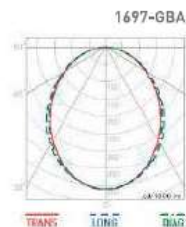
Difusor
Translúcido

Índice de proteção
IP20

Controle de luz (Opcional)
TRIAC | DALI

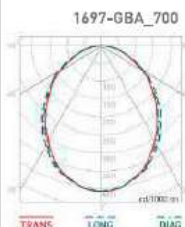


MINOTAURO 2PS

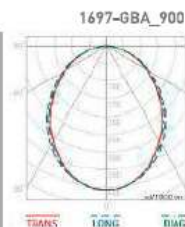


1697-GBA

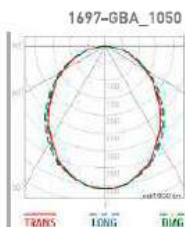
MINOTAURO RS



1697-GBA_700



1697-GBA_900



1697-GBA_1050

	1697-GBA	1697-GBA_700	1697-GBA_900	1697-GBA_1050
Potência (sistema)	16W	31W	39W	46W
Tensão do driver	220V	220V	220V	220V
Fluxo Luminoso (sistema)	1.528lm	3.351lm	4.148lm	4.670lm
Eficácia Luminosa (sistema)	96lm/W	109lm/W	106lm/W	102lm/W
Temperatura de Cor	4000K	4000K	4000K	4000K
Driver de Corrente	350mA	700mA	900mA	1050mA
Dimensões (mm)	a:90 b:227 c:550 d:500	a:90 b:227 c:1260 d:800	a:90 b:227 c:1260 d:800	a:90 b:227 c:1260 d:800

Nota: Para os dados técnicos em 3000K, consulte o nosso site.

Figura Anexo IV.0.2 - Luminária LED Quadrada - Setor administrativo