



Universidade de Coimbra

Mestrado em Energia para a Sustentabilidade

# **Avaliação de Impacto de um Sistema de Monitorização de Consumos na Indústria**

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Energia para a Sustentabilidade

Autor

**Tito Gonçalo Nunes Vilar Simões**

Júri

**Professor Doutor Humberto Manuel Matos Jorge (Orientador)**

**Professor Doutor Álvaro Filipe P. C. Oliveira Gomes**

**Professor Doutor Nuno Albino Vieira Simões**

**Coimbra, Agosto de 2014**



## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar, ao professor Humberto Jorge por me ter dado a oportunidade de realizar a dissertação sob a sua orientação. O seu apoio, a sua disponibilidade, a sua paciência e a sua boa disposição foram essenciais para conseguir finalizar este trabalho.

Um agradecimento especial à empresa que me permitiu realizar o estudo, nas pessoas do Engº Gonçalo Almeida, do Engº Pedro Caré, da Engª Josélia Águas e da Engª Mariana Ferreira.

Aos novos amigos, que tive oportunidade de conhecer e conviver durante o curso de mestrado.

E por último e não menos importante, quero agradecer a toda a minha família, ao meu Pai e à minha irmã por me apoiarem sempre e acreditarem em mim.



## RESUMO

A gestão dos recursos energéticos é considerada um dos principais desafios que a sociedade moderna enfrenta, sendo necessária para permitir uma actuação na redução dos desperdícios energéticos que ocorrem, não só devido às limitações dos processos tecnológicos, mas também às acções comportamentais dos utilizadores de energia.

A monitorização dos consumos de energia eléctrica representa um importante instrumento que permite identificar desperdícios ajudando no processo de redução dos consumos nas instalações e assim contribuir para a redução das emissões globais de CO<sub>2</sub>.

Os sistemas de monitorização de energia eléctrica são ferramentas fundamentais na sensibilização dos consumidores para a utilização eficiente de energia e no apoio ao responsável das instalações pela gestão e análise dos dados monitorizados, que é imprescindível que exista, de modo a que este possa ter uma rápida e eficaz actuação.

Nesta dissertação apresentada, pretende-se de forma crítica analisar um Sistema de Monitorização de Energia instalado numa indústria metalomecânica do ramo automóvel, evidenciando as suas funcionalidades actuais e as que poderiam ser potenciadas com ajustes a realizar.

**Palavras-Chave:** Recursos energéticos; Monitorização de energia eléctrica; Sistema de Monitorização de Energia



## **ABSTRACT**

The management of energy resources is considered one of the major challenges that modern society faces, being necessary to allow action on reducing energy waste that occur not only due to the limitations of technological processes, but also the behavioral actions of consumers.

The monitoring of consumption of electricity represents an important activity to identify energy waste, helping in process of the reduction of consumptions on premises and thus contribute to reducing global CO<sub>2</sub> emissions.

Monitoring systems of electrical energy are fundamental tool in consumer advice and supporting responsible for monitoring and analyzing the monitored data, that it is essential exist, so that can be a quick and effective action.

In this dissertation, we intend to critically analyze an Energy Monitoring System installed in a metal industry in the automotive sector, evidencing its current functionalities and that could be enhanced with adjustments to accomplish.

**Keywords:** Energy resources; Monitoring of electricity; Energy Monitoring System



# ÍNDICE

AGRADECIMENTOS.....	I
RESUMO .....	III
ABSTRACT .....	V
ÍNDICE.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	IX
ÍNDICE DE TABELAS .....	X
SIMBOLOGIA.....	XI
ACRÓNIMOS.....	XII
1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1 Motivação.....	1
1.2 Objectivos.....	2
1.3 Organização da Dissertação .....	2
2. ENQUADRAMENTO GERAL.....	5
2.1 Energia e ambiente .....	5
2.2 Consumos de energia na indústria.....	6
2.3 Eficiência energética .....	8
2.4 Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia - SGCIE.....	9
2.5 Auditorias Energéticas.....	10
2.6 Medidas de eficiência energética.....	11
2.6.1 Medidas de eficiência energética em motores eléctricos .....	13
2.6.2 Medidas de eficiência energética em iluminação.....	13
2.6.3 Eficiência do processo industrial .....	14
2.6.4 Formação e sensibilização de recursos humanos .....	15
2.7 Mecanismos de incentivos financeiros para a Eficiência Energética .....	16
3. SISTEMA DE GESTÃO DE ENERGIA .....	19
3.1 Norma ISO 50001:2011 .....	20
3.1.1 Planeamento .....	21
3.1.2 Implementação e operação .....	22
3.1.3 Verificação.....	23
3.1.4 Revisão pela gestão.....	23

3.2	Sistemas de monitorização .....	23
4.	CASO DE ESTUDO DO RAMO AUTOMÓVEL.....	27
4.1	Apresentação geral da empresa.....	27
4.2	Descrição geral do processo produtivo.....	27
4.2.1	Produção de conjuntos metálicos .....	28
4.2.2	Produção de Moldes .....	28
4.2.3	Prototipagem e fabrico rápido .....	29
4.3	Caracterização da infra-estrutura eléctrica.....	30
4.3.1	Alimentação Eléctrica.....	30
4.3.2	Identificação dos Equipamentos de Elevada Potência Eléctrica .....	31
4.3.3	Ar comprimido.....	31
4.3.4	Iluminação .....	32
4.4	Caracterização de Consumos .....	33
4.5	Caracterização do Sistema de Gestão de Energia instalado .....	35
5.	OPORTUNIDADES DE MELHORIA .....	43
5.1	Atribuição de uma pessoa responsável pelo SGE .....	43
5.2	Propostas de alteração ao Sistema de Energia .....	45
6.	CONCLUSÕES.....	49
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	51

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Consumo energético final da EU-28 em 2011, por sector de actividade.....	7
Figura 2 - Tipologia de medidas aplicáveis à indústria transformadora portuguesa. ....	12
Figura 3 – Modelo de um Sistema de Gestão de Energia.....	21
Figura 4 – Fluxograma do processo produtivo.....	29
Figura 5- Potência instalada de iluminação interior em cada zona da fábrica. ....	33
Figura 6 – Quadro Global de Baixa Tensão (QGBT1 e QGBT2). ....	35
Figura 7 - Barra de funcionalidades do Software. ....	37
Figura 8 – Funcionalidade do Software: Monitorização. ....	38
Figura 9 – Funcionalidade do Software: Monitorização do QGBT1. ....	39
Figura 10 – Funcionalidade do Software: Monitorização do QGBT2. ....	39
Figura 11 – Funcionalidade do Software: Curvas. ....	40
Figura 12 – Relatório exportado do Software do Consumo Específico por equipas (25- 01-2014). ....	41
Figura 13 – Software: Consumos instantâneos do QGBT1 e QGBT2.....	45
Figura 14 - Relatório exportado do Software do Consumo e Custos por local (07-08- 2013).....	48

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Lista de medidas aprovadas para o PPEC 2013-2014.....	17
Tabela 2 - Características dos transformadores.....	30
Tabela 3 - Características técnicas das unidades de ar comprimido.....	32
Tabela 4 - Intensidade Energética. ....	34
Tabela 5 - Consumo Específico.....	34
Tabela 6 - Intensidade Carbónica. ....	34

## **SIMBOLOGIA**

<b>A</b>	Ampere
<b>CO<sub>2</sub></b>	Dióxido de Carbono
<b>FP</b>	Factor de Potência
<b>Hz</b>	Frequência
<b>kVA</b>	Quilovolt-ampere
<b>kVArh</b>	Quilovolt-ampere reactivo por hora
<b>kWh</b>	Quilowatt-hora
<b>MWh</b>	Megawatt-hora
<b>V</b>	Volt
<b>VAr</b>	Volt-ampere reactivo
<b>VArh</b>	Volt-ampere reactivo por hora
<b>W</b>	Watt

## ACRÓNIMOS

<b>ADENE</b>	Agência para a Energia
<b>ARCE</b>	Acordo de Racionalização dos Consumos de Energia
<b>CELE</b>	Comércio Europeu de Licenças de Emissão
<b>CIE</b>	Consumidoras Intensivas de Energia
<b>DGEG</b>	Direcção Geral de Energia e Geologia
<b>ERSE</b>	Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos
<b>GEE</b>	Gases de Efeito de estufa
<b>IEI</b>	Indústrias Energeticamente Intensivas
<b>ISO</b>	International Organization for Standardization
<b>ISP</b>	Imposto sobre os produtos petrolíferos e energéticos
<b>PDCA</b>	Plan-Do-Check-Act
<b>PIB</b>	Produto Interno Bruto
<b>PNAEE</b>	Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética
<b>PREn</b>	Plano de Racionalização dos Consumos de Energia
<b>QGBT</b>	Quadro Geral de Baixa Tensão
<b>REP</b>	Relatório de Execução e Progresso
<b>SGCIE</b>	Sistema de Gestão de Consumos Intensivos de Energia
<b>SGE</b>	Sistemas de Gestão de Energia
<b>Tep</b>	Toneladas Equivalentes de Petróleo
<b>URE</b>	Utilização Racional de Energia

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 Motivação

A electricidade tem um papel fundamental no desenvolvimento social e económico em todo o mundo, assim como na qualidade de vida de todos nós.

No entanto, uma grande parte da produção de energia eléctrica tem como fonte de energia primária os combustíveis fósseis, essencialmente gás natural e carvão. A escassez destes recursos naturais devido ao crescente consumo energético, implica a libertação de gases responsáveis pelo efeito de estufa. É necessário que haja um controlo imediato dos consumos de energia para que se mitiguem os impactos que indirectamente provocam nas alterações climáticas com consequências catastróficas.

Além do impacte ambiental inerente ao elevado consumo dos cada vez mais escassos combustíveis fósseis, existe de igual modo elevada preocupação económica. A maioria dos países começa a tomar importantes medidas de forma a reduzir os seus consumos de energia.

Tratando-se de um estudo feito numa indústria de grandes consumos de energia, pretende-se mostrar que o conhecimento detalhado da forma como a energia eléctrica é consumida e os respectivos custos podem servir de motivação para a mudança de comportamentos.

Com o importante desenvolvimento tecnológico ocorrido nos últimos anos nas áreas da electrónica e das tecnologias da informação levou ao desenvolvimento de diversos instrumentos capazes de ajudar na redução dos consumos de energia eléctrica.

De forma a que a grande maioria das indústrias optem pela sua racionalização de energia, existem diversos incentivos bastante atraentes e com soluções muito práticas, capazes de gerar óptimos resultados tanto para o meio ambiente como para a própria economia da empresa.

## 1.2 Objectivos

O objectivo primordial desta dissertação é dar a conhecer as funcionalidades e importância de um Sistema de Gestão de Energia, em especial no que respeita ao sistema de monitorização de consumo que lhe está associado, capaz de se aplicar a qualquer tipo de instalação consumidora de energia, seja ela pequena ou grande.

Foi feita uma análise ao sistema instalado numa instalação industrial de forma a conhecer as suas fragilidades e propor medidas de melhoria, de modo a que se atinga o maior proveito do sistema instalado e que ele contribua para melhorar o rendimento económico e ambiental da empresa.

Pelo facto de se tratar de uma medida de custo não muito elevado e de fácil implementação, pretende-se evidenciar a elevada importância da existência de um responsável pelo acompanhamento e análise dos resultados gerados pelo sistema.

## 1.3 Organização da Dissertação

Além desta Introdução, a dissertação é composta por cinco capítulos adicionais.

No Capítulo 2 – Enquadramento Geral – é feita uma abordagem ao consumo de energia na indústria transformadora. Este capítulo incide ainda na relação entre a energia e o ambiente, realçando as vantagens da eficiência energética. No final do capítulo é apresentada uma listagem de possíveis medidas de eficiência energética aplicáveis à indústria.

No Capítulo 3 – Sistema de Gestão de Energia – é feita uma análise ao estado actual da monitorização energética, como forma de estado da arte, incidindo na Norma ISO 50001:2011.

O Capítulo 4 – Caso de Estudo do Ramo Automóvel – tal como o nome indica, incide sobre a apresentação geral da empresa estudada, nomeadamente a descrição do

## Introdução

processo produtivo, a caracterização da infra-estrutura eléctrica e caracterização dos consumos.

No Capítulo 5 – Oportunidades de Melhoria – são apresentadas medidas de racionalização de energia e propostas alterações ao sistema de monitorização de energia.

Por fim o Capítulo 6 – Conclusões – onde contém as principais conclusões de todo o estudo efectuado.



## 2. ENQUADRAMENTO GERAL

### 2.1 Energia e ambiente

O conceito de desenvolvimento sustentável, originalmente publicado no relatório de Brundtland em 1987, *O nosso futuro comum*, é tido como um dos principais desafios do século XXI. Apresentado em 1992 na Cimeira da Terra, no âmbito da Agenda XXI, teve por objectivo alertar para a necessidade de gerirmos a exploração dos nossos recursos com base nas necessidades de gerações futuras. Deste primeiro alerta resultou o compromisso histórico de promover uma economia adaptada aos desafios de uma população mundial crescente (Brundtland, 1987).

Este conceito veio orientar a formulação de uma estratégia mundial face aos limites do crescimento e oferecer uma análise de recomendações que muitos países viriam a seguir como linha orientadora das suas políticas. Contudo, passados vinte anos da Cimeira da Terra, constata-se que o relatório falhou na identificação dos modos de produção responsáveis pela crescente degradação ambiental. Nunca foi analisada a reformulação dos princípios funcionais a que os mercados económicos se subjugam, nem redefinidos os limites com base em cenários de degradação ambiental. Em suma, o termo desenvolvimento sustentável não passa hoje de isso mesmo, um conceito orientador (Ahmed, 2008).

Esta problemática prende-se com o facto da economia mundial ter as suas raízes assentes na exploração dos recursos dos ecossistemas terrestres, não renováveis à taxa de exploração actual. Face à sua crescente degradação, é possível verificar que o dito desenvolvimento sustentável é ainda incompatível com o crescimento económico nos moldes actuais (Gallopín, 2001).

O consumo de materiais para produção energética desempenha um papel fundamental nesse crescimento. A taxa a que são consumidos faz com que constituam um dos principais desafios ao desenvolvimento sustentável (Dincer, 1999).

A aposta em eficiência energética contribui para a redução dos custos com a energia na produção e além disso promove também a competitividade económica nacional ao gerar novos postos de trabalho. Este tipo de investimentos permite a criação de emprego especializado em sectores energeticamente intensivos como a indústria, já que promove investimentos em tecnologias emergentes e requiere a monitorização e melhoria contínua dos sistemas energéticos de uma instalação (ACEEE, 2009).

Em suma, a utilização mais eficiente dos recursos energéticos contribui para uma economia mais eficiente e competitiva. Assegura ainda um fornecimento energético mais seguro e contribui para uma redução das emissões de GEE – Gases de Efeito de Estufa. (SGCIE-ADENE, 2010)

## **2.2 Consumos de energia na indústria**

A sociedade moderna é fortemente dependente dos materiais produzidos pela indústria transformadora, quer de forma directa, através das indústrias alimentar e têxtil, com a aquisição de bens e produtos essenciais à nossa existência, quer indirectamente, através das indústrias cimenteira, metalúrgica ou petroquímica, que nos permitem construir as nossas habitações ou deslocar-nos nos nossos transportes (Tanaka, 2008).

A grande dependência que temos deste sector de actividade é responsável por enormes impactes ambientais directos e indirectos (Dincer, 1999). A análise de cenários para 2050 demonstra que os custos associados ao risco de inacção face à geração de poluição atmosférica, e consequentes impactes sobre a saúde humana, poderão vir a representar 3 % do PIB – Produto Interno Bruto – das principais economias mundiais. Adicionalmente, a crescente procura de recursos naturais deste sector poderá vir a ter tremendos impactes sobre a capacidade regenerativa de matérias-primas e sobre o próprio preço final dos bens produzidos (UNEP, 2011).

## Enquadramento Geral

Um dos principais impactes do sector industrial passa pelo elevado consumo energético. A nível mundial, é o responsável pela maior parcela de consumo energético, tendo este vindo a crescer (Palm e Thollander, 2010). A nível Europeu, apesar de a realidade ser já um pouco diferente, o peso da indústria na EU-28 é ainda bastante significativo, como demonstra a Figura 1 (Eurostat, 2013).

### Consumo energético final

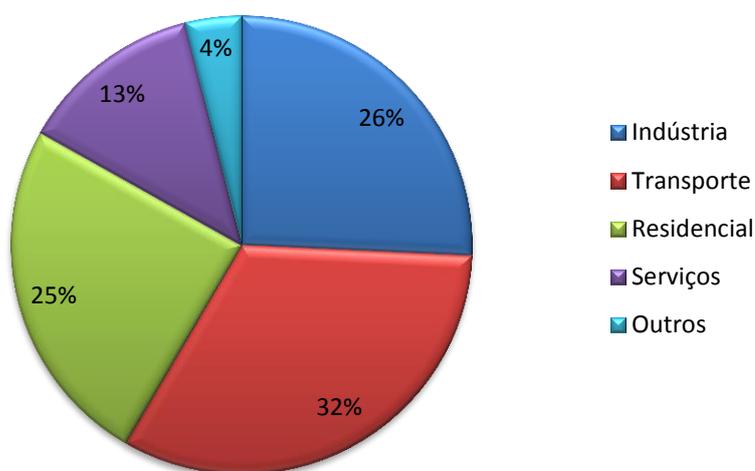


Figura 1 - Consumo energético final da EU-28 em 2011, por sector de actividade.

O grande consumo energético da indústria e o enorme potencial para a sua redução, fazem com que a aposta em eficiência energética seja cada vez mais importante. Para além das vantagens óbvias, associadas à redução dos custos e à melhoria da segurança energética, existem outras de cariz económico e ambiental (Tanaka, 2011). Ao primeiro, encontra-se associado o aumento das vantagens competitivas, ao permitir reduzir o grau de vulnerabilidade das empresas a flutuações dos preços energéticos nos mercados internacionais (Eurostat, 2009). E ao segundo, a mitigação das alterações climáticas, com a redução das emissões de GEE associados à produção energética e ao seu consumo no processo produtivo (UNEP, 2011).

Existe assim uma comprovada relação entre o investimento em eficiência energética e a redução de emissões de CO<sub>2</sub> e poupanças financeiras. Estes investimentos podem, por sua vez, abranger a implementação ou melhoria da gestão energética, melhoria das tecnologias e aplicação de políticas e normas (Abdelaziz, 2011).

Apesar das vantagens enumeradas, há que relembrar que o principal objectivo das instalações industriais não é a eficiência energética, mas sim a produção. Como tal, é necessário “aliciá-las” para estas vantagens; caso contrário, as barreiras a estes investimentos não poderão ser ultrapassadas. Uma das melhores formas de o conseguir é pela combinação de sinais monetários, através do aumento do preço energético ou pelo constrangimento do seu fornecimento, com a integração de políticas de poupança e gestão energéticas no seio da cultura cooperativa das indústrias (UNIDO, 2008).

Na Europa, tem-se vindo a verificar uma crescente aposta em eficiência energética, estimulada pela adopção de múltiplas estratégias e directivas impostas pela União Europeia. Contudo, a estruturação e aplicação da Política Energética Industrial cabe a cada um dos Estados-membro. Como consequência, verifica-se a aplicação de diferentes programas de promoção à eficiência energética, com diferentes resultados.

No caso português, é de destacar a aplicação da actual regulamentação, o SGCIE – Sistema de Gestão de Consumos Intensivos Energéticos. O CELE – Comércio Europeu de Licenças de Emissão é também frequentemente englobado como uma estratégia de redução da intensidade energética nas indústrias, apesar de apenas visar a redução de emissões de GEE.

### **2.3 Eficiência energética**

Uma das principais vantagens da melhoria da eficiência energética encontra-se na diminuição dos impactes ambientais, nomeadamente o aumento da produtividade do trabalho e melhoria do controlo dos processos (BCSD, 2005). Contudo, a necessidade de incentivar o investimento em eficiência energética surge também de questões de foro

## Enquadramento Geral

económico que privilegiam a adopção desta solução em detrimento ou complemento de outras (Dincer, 1999).

Os custos associados à redução da procura energética são geralmente mais reduzidos do que os custos associados à criação de um novo centro produtor, por isso é mais vantajoso investir na eficiência do que aumentar a produção, como forma de compensar o aumento da procura de electricidade (Dincer, 1999).

### **2.4 Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia - SGCIE**

Inserido no PNAEE (Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética) e instituído com o objectivo de promover a eficiência energética e monitorizar instalações consumidoras intensivas de energia (CIE), com especial foco no sector industrial, surge o SGCIE ao abrigo do Decreto-Lei 71/2008, de 15 de Abril. O SGCIE tem ainda como objectivo, contribuir para a diminuição do nível de emissões de gases com efeito de estufa.

É aplicado em instalações CIE que passam a ser definidas como as instalações que no ano civil imediatamente anterior tenham tido um consumo energético superior a 500 toneladas equivalentes de petróleo (tep/ano), com a excepção das instalações de cogeração juridicamente autónomas dos respectivos consumidores de energia. Por outro lado, também é possível para empresas que tenham um consumo energético inferior a 500 tep/ano que pretendam, de uma forma voluntária, celebrar acordos de racionalização de consumo de energia.

A forma de funcionamento do SGCIE começa pelo registo e reconhecimento das instalações, técnicos e entidades. O passo seguinte consiste na realização de uma auditoria energética, para se definir o Plano de Racionalização dos Consumos de Energia (PREn), que poderá ser entregue on-line à ADENE (Agência para a Energia).

Após aprovação do PReN pela DGEG (Direcção Geral de Energia e Geologia), é designado por Acordo de Racionalização dos Consumos de Energia (ARCE). O ARCE permite o acesso a uma isenção do ISP (Imposto sobre os produtos petrolíferos e energéticos) aplicável aos combustíveis industriais, bem como participações ao nível das auditorias energéticas e em equipamentos e sistemas de gestão e monitorização dos consumos de energia.

O incumprimento das metas ou não implementação das medidas definidas no ARCE, verificáveis no relatório final, conduz a penalidades que poderão chegar à devolução do valor de todos os incentivos recebidos.

## **2.5 Auditorias Energéticas**

Nos últimos tempos, devido à evolução do preço da energia, o custo com facturação de energia não pára de aumentar. Isto faz com que afecte directamente nos preços dos produtos e serviços prestados pelas organizações. É desta forma que surge cada vez mais em toda a indústria o conceito de Gestão de Energia, que leva as organizações a alterarem a sua forma de operar.

Com isto, e dado que qualquer objecto sujeito a gestão obriga ao conhecimento de toda a situação, surge com elevada importância à realização de uma auditoria energética.

A auditoria energética tem como objectivo dar a conhecer ao gestor de energia a contabilização dos consumos energéticos, criar indicadores de eficiência energética relativos à instalação, bem como, identificar perdas existentes. Após uma auditoria o gestor da instalação fica com informação que lhe permite actuar no sentido de racionalizar o uso de energia sem comprometer a produção.

Uma auditoria energética pressupõe o estudo das características físicas e financeiras relativas ao modo como é usada a energia da instalação auditada.

## Enquadramento Geral

Relativamente às características físicas, são identificados os equipamentos geradores ou consumidores de energia, registadas as condições de operação e controlo, assim como cuidados de manutenção e período de funcionamento.

A análise financeira decorre do estudo das facturas de energia referentes ao ano transacto à auditoria (ADENE, 2004).

Para auditorias que contenham informação relativa aos consumos de electricidade, água, gás e combustíveis através da facturação, designam-se por Auditorias Simples. Neste tipo de auditorias, no caso da indústria, a informação contida pode ser complementada com dados relativos à produção como as horas de funcionamento ou características do equipamento. Por outro lado, as Auditorias Completas permitem que se obtenham dados mais específicos, como consumos desagregados por equipamentos ou grupo de equipamentos, consumos por área ou mesmo condições da envolvente interior ou exterior, ou seja, permitem uma monitorização de todo o sistema energético instalado.

A maior vantagem da auditoria simples em relação à auditoria completa é a curta duração aliada a um custo moderado, no entanto, torna-se mais difícil de identificar as melhores medidas de racionalização de energia a adoptar apenas com base numa auditoria simples (Correia et al, 2003).

### **2.6 Medidas de eficiência energética**

O investimento em medidas de URE (Utilização Racional de Energia) comparativamente às soluções convencionais apresenta um elevado custo inicial de aquisição. Esta barreira pode diminuir com demonstração das múltiplas vantagens da sua implementação em instalações industriais, como a melhoria do processo produtivo e a redução dos custos associados ao ciclo de vida dos equipamentos consumidores, bem como a redução do consumo de energia (BCSD, 2005).

Segundo o SGCIE em vigor, aplicado a instalações industriais energeticamente intensivas (IEI), as medidas de URE podem ser de dois tipos: transversais, quando as acções ou tecnologias são aplicáveis a todos os sectores da indústria transformadora, e sectoriais, que correspondem a alterações específicas do processo produtivo de um dado sector ou conjunto de sectores semelhantes (SGCIE-ADENE, 2010).

De modo a simplificar o estudo das medidas aplicáveis à indústria transformadora portuguesa, seguir-se-á a tipologia adoptada pelo SGCIE, segundo a qual podem ser aplicadas medidas transversais (MT) e sectoriais (MS).



(1) Em relação ao balanço energético, juntaram-se os sectores do plástico e da borracha, e não foi considerado o sector Outros  
 Fonte: Análise IST/ADENE.

Figura 2 - Tipologia de medidas aplicáveis à indústria transformadora portuguesa.

Como se pode observar na Figura 2, as medidas transversais são aplicáveis à maioria dos sectores industriais, enquanto as medidas específicas representam soluções específicas para cada um destes, pois actuam no processo produtivo envolvido. Por norma, é às primeiras que se atinge um maior potencial de poupança energética (SGCIE-ADENE, 2010).

## Enquadramento Geral

A listagem que se segue mostra algumas das tecnologias e equipamentos mais relevantes utilizadas na indústria transformadora, inseridas nas medidas transversais à indústria.

### **2.6.1 Medidas de eficiência energética em motores eléctricos**

#### **Optimização de motores**

As medidas mais efectivas para a optimização da eficiência energética dos motores eléctricos e sistemas de potência associados são as seguintes:

- Substituir os motores eléctricos convencionais avariados ou em fim de vida por motores mais eficientes;
- Avaliar o potencial de utilização de variadores electrónicos de velocidade (VEV) para ajustar a velocidade do motor de acordo com a carga;
- Utilizar arrancadores suaves para evitar picos de corrente durante o arranque;
- Garantir a manutenção adequada dos motores;
- Evitar o sobredimensionamento dos motores e desligar os mesmos quando estes não estão a ser utilizados;
- Aumento do factor de potência, correspondendo a uma diminuição da parcela da energia reactiva na factura energética;
- Possibilidade de by-pass ao VEV em caso de falha, de forma a não quebrar o ritmo de produção.

### **2.6.2 Medidas de eficiência energética em iluminação**

A energia eléctrica consumida nas instalações em iluminação nos diferentes sectores de actividade (indústria, serviços e doméstico) representa aproximadamente 25% do consumo de electricidade global do país, e cerca de 5% a 7% do consumo global de energia eléctrica de uma instalação industrial. Trata-se portanto de uma área onde a utilização de equipamentos mais eficientes se traduzirá em reduções não desprezáveis de consumos energéticos.

A concepção das instalações de iluminação que permitam uma utilização racional de energia pressupõe a verificação de alguns parâmetros essenciais para a redução dos consumos energéticos, mantendo ou melhorando as condições globais de iluminação nos espaços considerados. Assim, deve ter-se em conta os seguintes aspectos:

- Dar prioridade à iluminação natural, mantendo limpas as áreas de entrada de luz;
- Dimensionar correctamente os níveis de iluminação necessários para os diferentes postos de trabalho;
- Optar pelo tipo de iluminação mais adequada para cada local e para as tarefas a executar;
- Utilizar sempre equipamentos eficientes (lâmpadas, luminárias e acessórios);
- Utilizar sistemas de controlo e comando automático nas instalações de iluminação;
- Proceder a operações de limpeza regulares e manutenção das instalações, de acordo com um plano estabelecido;

### **2.6.3 Eficiência do processo industrial**

A gestão da energia engloba várias medidas, desde o planeamento, a monitorização e implementação de formas de controlo optimizadas. Na maioria destas medidas, o custo de implementação é relativamente reduzido em comparação com as possíveis poupanças associadas à redução de consumo de energia, além da melhoria da produtividade e da própria qualidade dos produtos.

Para que estas medidas tenham o impacto esperado nas poupanças de energia é necessário existir uma manutenção regular dos equipamentos, de modo a que estes mantenham os seus níveis de eficiência.

Desta forma, as acções a ter em conta devem incidir nos seguintes pressupostos:

- Realização de um diagnóstico energético às instalações;
- Avaliar a necessidade de colocação de aparelhos de medida nas instalações;

## Enquadramento Geral

- Estabelecer metas de redução do consumo energético;
- Alocar de forma clara a responsabilidade pelo planeamento e execução da manutenção;
- Estabelecer um programa de manutenção estruturado com base nas normas e nas descrições técnicas dos equipamentos, bem como em qualquer avaria nos equipamentos e respectivas consequências;
- Suportar o programa de manutenção pela adopção de sistemas de registo de dados apropriados e por testes de diagnóstico;
- Identificar, através da manutenção de rotina, avarias, anormalidades em eficiência energética ou identificar áreas onde a eficiência energética pode ser melhorada;
- Identificar e rectificar rapidamente qualquer fuga ou equipamento em falha que afecte ou controle a utilização da energia;
- Para evitar perdas deve-se isolar termicamente todas as tubagens de: vapor, água quente, termofluidos e condensados;
- Inspeção periódica do isolamento térmico das tubagens.

### **2.6.4 Formação e sensibilização de recursos humanos**

Realizar acções de sensibilização e formação sobre os seguintes temas:

- Os impactos ambientais da utilização da energia;
- Os benefícios da economia de energia;
- A dependência energética da empresa e o que esta pode fazer para economizar energia;
- Qual a atitude cívica individual para economizar energia.

## **2.7 Mecanismos de incentivos financeiros para a Eficiência Energética**

Apesar de a eficiência energética ser uma necessidade absoluta para aumentar a produtividade e competitividade das empresas, existem inúmeras restrições orçamentais e limitações no recurso ao financiamento. Desta forma são necessários mecanismos de incentivos financeiros de apoio à eficiência energética.

Com base numa política energética empenhada em fazer cumprir os objectivos definidos, foram assim criados mecanismos de incentivo financeiro.

Dos incentivos disponibilizados para programas de eficiência energética, destaca-se o Plano de Promoção da Eficiência no Consumo de Energia Eléctrica (PPEC), promovido pela Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos (ERSE), pois tem como objectivo prioritário, apoiar financeiramente iniciativas que promovam a eficiência energética e redução do consumo de electricidade nos diferentes segmentos de consumidores.

Essas medidas são apresentadas por diversas entidades promotoras (empresas de energia, agências, etc.) ao concurso promovido pela ERSE. Posteriormente são seleccionadas e aprovadas pela ERSE as medidas de melhor ordem de mérito classificadas de acordo com, na perspectiva da regulação económica, a métrica de avaliação estabelecida nas Regras do PPEC, e na perspectiva da política energética, os critérios de avaliação relacionados com objectivos e instrumentos de política energética do país.

Analisando este programa, facilmente se percebe que apresenta excelentes medidas e com consideráveis percentagens de financiamento, o que se pode entender como um excelente incentivo para a maioria das empresas que estejam neste momento a passar por algumas dificuldades financeiras. De salientar que na maior parte das medidas, a percentagem de financiamento ultrapassa os 50% dos custos das medidas, o que é um incentivo considerável.

Das 70 medidas aprovadas no concurso PPEC 2013-2014 para a indústria, apresentam-se, na Tabela 1, algumas das que são possíveis de aplicar na empresa em estudo.

## Enquadramento Geral

Tabela 1 - Lista de medidas aprovadas para o PPEC 2013-2014.

<b>Entidade</b>	<b>Descrição</b>	<b>Custo Total PPEC 2013- 2014</b>	<b>Financiamento ao consumidor</b>
<b>ADENE</b>	Variadores Electrónicos de Velocidade na Agricultura e Indústria	355.200 €	20 %
<b>EDPC</b>	Motores de Alto Rendimento	449.514 €	49 %
<b>EDPC</b>	Soluções de Eficiência Energética em Sistemas de Ar Comprimido	450.000 €	42 %
<b>IBERDROLA</b>	Iluminação Global na Indústria	307.217 €	74 %



### 3. SISTEMA DE GESTÃO DE ENERGIA

Estudos realizados no âmbito da eficiência energética na indústria demonstram existirem hoje as ferramentas de medição, controlo e gestão necessárias à melhoria do desempenho energético neste sector. No entanto, verifica-se a existência de barreiras entre as soluções disponíveis, nomeadamente as medidas de URE, e a sua implementação prática. A implementação de Sistemas de Gestão Energética (SGE), poderá ajudar a resolver algumas das barreiras serem ultrapassadas. Estes sistemas têm como objectivo primordial a gestão energética de modo eficiente e eficaz (Bunse, 2010).

Os sistemas de energia apresentam como principais objectivos minimizar os custos e reduzir os desperdícios de energia, mantendo ou melhorando a qualidade do sistema produtivo, através da optimização do uso dos sistemas energéticos (Petrecca, 1992) (McKane, 2010).

Estes sistemas de gestão de energia podem ser organizados de várias formas, devendo sempre incluir as seguintes fases (Petrecca, 1992):

- Análise de dados históricos;
- Realização de auditorias energéticas;
- Apresentação de proposta de investimentos com base em análises aos processos;
- Formação dos colaboradores.

Contudo, para que a sua implementação na instalação industrial seja eficaz, é essencial que haja ainda o compromisso ao nível da gestão para a melhoria contínua da eficiência energética (McKane, 2010).

Existem normas que asseguram a qualidade da implementação do SGE. É o caso da aplicação da norma internacional voluntária, a ISO 50001:2011 - Sistemas de Gestão Energética. Esta ferramenta de trabalho é indicada para instalações industriais, entre outras, fornecendo requisitos mínimos e linhas de orientação para desenvolver um SGE (ISO, 2011).

Com o crescimento tecnológico verificado na área da electrónica nos últimos anos, foi possível o desenvolvimento de diversos sistemas capazes de medir, guardar e disponibilizar em tempo real a informação relativa aos consumos de energia eléctrica realizados.

Existem diversos tipos de sistemas que podem ser utilizados para a monitorização dos consumos de electricidade, quer a nível doméstico quer a nível industrial.

Actualmente, pode-se adquirir um sistema de elevada fiabilidade e de fácil instalação, de forma a monitorizar os consumos energéticos e consequentemente melhorar a eficiência energética de um dado local, com preços bastante acessíveis.

### **3.1 Norma ISO 50001:2011**

O objectivo de uma norma de gestão de energia é fornecer orientações para as instalações industriais de forma a integrar a eficiência energética nas suas práticas de gestão, incluindo a harmonização dos processos de produção e melhorar a eficiência energética dos sistemas industriais (McKane, Price and Rue du Can, 2008).

Criada em 2011 por iniciativa da *International Organization for Standardization* (ISO), a Norma ISO 50001 oferece uma estrutura de trabalho das melhores práticas para as organizações e empresas a desenvolver metas de eficiência, planear intervenções, priorizar medidas de eficiência e os investimentos, monitorizar e documentar resultados e assegurar a continuidade e melhoria constante do desempenho energético (UNIDO, 2008).

A maioria das normas de gestão, incluindo os sistemas de gestão de energia, é projectada com base em *Plan-Do-Check-Act* (PDCA), que promove uma cultura organizacional de melhoria contínua da eficiência energética. A cultura de melhoria contínua garante a definição de metas que sejam alcançadas de forma gradual e contínua. Além disso, garante a definição de metas realistas, alcançáveis e que se adaptem aos recursos (pessoal, económicos e técnicos) disponíveis para a empresa.

## Sistema de Gestão de Energia

A Norma fornece também um quadro de exigências que permite às organizações:

- Desenvolver uma política para um uso mais eficiente da energia;
- Fixar metas e objectivos de acordo com a política adoptada;
- Criação de Indicadores para compreender e tornar as melhores decisões ao nível do consumo de energia;
- Medição dos resultados;
- Analisar a eficácia da política definida;
- Melhorar continuamente o Sistema de Gestão de Energia (SGE).

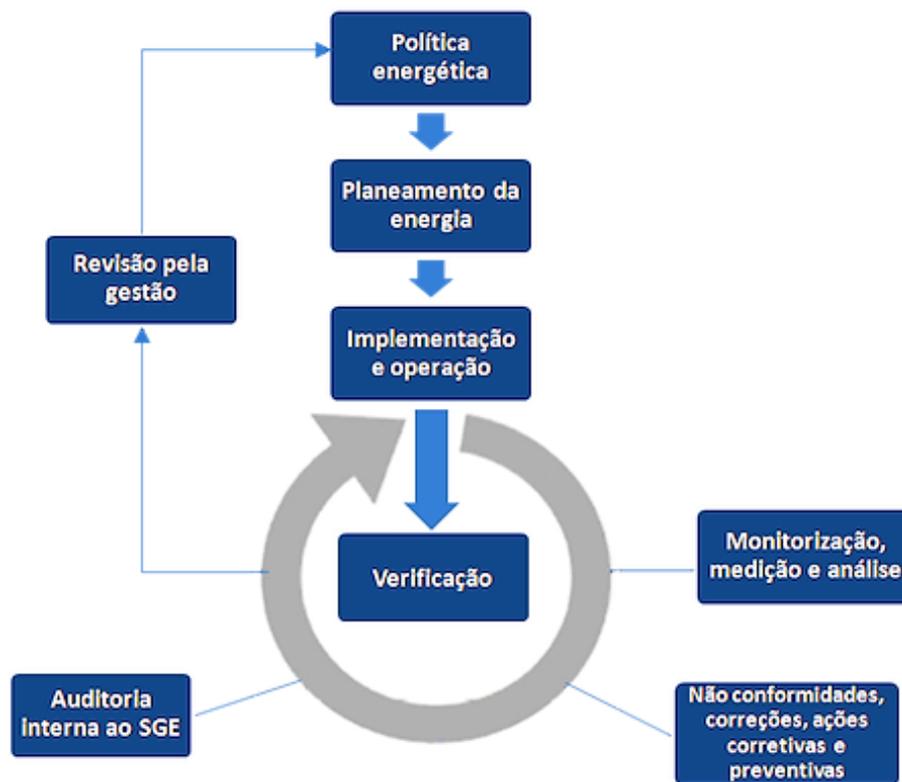


Figura 3 – Modelo de um Sistema de Gestão de Energia.

### 3.1.1 Planeamento

Um requisito fundamental da Norma para um sistema de gestão de energia é o estabelecimento de uma política de energia, o que implica um planeamento energético, objectivos, compromissos e metas e procedimentos da gestão de topo.

Em organizações onde não exista um plano em prática, as oportunidades de melhoria podem ser conhecidas, mas não promovidas ou implementadas devido a barreiras organizacionais. Portanto, a criação de um plano de energia e a sua implementação através de um sistema de racionalização de energia é uma forma de superar as barreiras de eficiência energética.

A auditoria energética é um instrumento importante para a definição de um plano de racionalização de consumos, pois é uma recolha de dados históricos relevantes sobre as tendências de consumo de energia, de forma a se perceber o consumo energético actual e passado na instalação. Com base nesses dados pode-se identificar os pontos de referência a serem utilizados para avaliar as melhorias. As auditorias também são utilizadas para avaliar o nível de progresso dos sistemas em curso.

### **3.1.2 Implementação e operação**

Esta fase envolve a implementação do sistema de gestão de energia, ajustando o funcionamento e as actividades da empresa para reduzir o consumo de energia dos sistemas de equipamentos e processos. Um sistema de gestão de energia de sucesso começa com um forte compromisso organizacional com a melhoria contínua da eficiência energética (Worrell, 2009).

Assim, um sistema de gestão de energia envolve a atribuição de funções de gestão e a criação de uma equipa multifuncional. A responsabilidade da equipa formada é de orientar e monitorizar o sistema e garantir a melhoria contínua dos objectivos. A motivação do trabalhador (pessoal) pela gestão de topo é um meio eficaz de envolver o pessoal da empresa, com experiência diversificada, para o sistema de gestão de energia.

O primeiro passo para um sistema de gestão de energia envolve a formação da equipa multifuncional e dos trabalhadores da empresa em geral, de forma a construir a competência de gestão de energia necessária e informar os trabalhadores. Também a criação de documentação, como um manual de energia, é um meio eficaz de se comunicar e educar o pessoal de trabalho do sistema de energia.

### **3.1.3 Verificação**

Esta fase visa a monitorização e medição do desempenho (através da realização de auditorias energéticas) em termos de poupança de energia e comparar objectivos e metas fixados. Se houver falhas, é necessário, que as causas sejam identificadas e analisadas para fazer as correcções, a fim de realizar os objectivos definidos. É, portanto, importante que as metas sejam quantificáveis de forma a facilitar a avaliação dos progressos e melhorias.

### **3.1.4 Revisão pela gestão**

Esta última fase, basicamente envolve a revisão da auditoria e de relatórios internos e externos relativos ao desempenho do sistema de gestão de energia.

Estes relatórios desempenham um papel importante para a organização, identificando deficiências e outros pontos de referência perdidos para agir de acordo com eles, garantindo uma melhoria contínua.

## **3.2 Sistemas de monitorização**

De certa forma, um sistema de monitorização de energia pode ser considerado como um complemento do sistema de gestão de energia. Isto é, para que se possa gerir consumos de energia, a melhor forma de o conseguir é através do conhecimento dos valores que estamos a tratar.

Monitorizar a energia possui uma série de vantagens como: analisar os consumos de energia, permitindo quantificar o seu uso num determinado sector e imputação dos respectivos custos; a detecção de anomalias nos consumos, de forma a minimizar ou mesmo eliminar as situações de gastos excessivos de energia devido a eventual avaria, falha ou má utilização de recursos; recolha de dados para posterior análise, de maneira a identificar zonas de potenciais poupanças; com esta recolha de dados é possível também constituir um histórico de dados, para que seja possível

realizar um planeamento de intervenções, optimizando a utilização de recursos existentes e assim reduzir consumos e respectivos custos de energia.

Com toda esta informação recolhida poder-se-á proceder à comparação de consumos, custos e resultados com outras indústrias semelhantes e rapidamente se identificarem boas práticas a adoptar. Esta acção é vulgarmente conhecida por *Benchmarking*.

Cada vantagem referida anteriormente tem directa ou indirectamente influência financeira na empresa. Na maioria dos casos, o impacto económico pode rapidamente justificar a compra e instalação de um sistema de monitorização de energia.

Após uma pesquisa de variados produtos que o mercado tem para oferecer, reuniu-se as principais características que todos eles oferecem de modo a criar um sistema de monitorização considerado ideal.

As várias opções de mercado disponíveis permitem o máximo de flexibilidade de forma a adaptar o software ao tipo de rede e necessidades pretendidas.

Começando por pontos gerais, estes sistemas oferecem instrumentos de campo configurados com saída de impulsos ou alarmes; uma configuração da rede com a possibilidade de ajuste individual do meio de comunicação, isto é, para uma ligação local através de um cabo RS485/RS232 e para uma ligação mais distante através de Modem, GSM ou Internet; e possibilidade da recolha de dados diária, semanal ou mesmo mensal, em diferentes pontos de campo devidamente configurados.

A medição da energia total possível de recolher em forma de relatório é apresentada em kWh ou kvarh, sendo que também é possível visualizar de forma instantânea e em diferentes fases as seguintes variáveis: V, A, W, var, FP e Hz.

Estes valores podem ser obtidos manualmente, apesar de serem automaticamente guardados numa base de dados, onde a qualquer momento podem ser consultados e reportados. Outra forma de visualização mais intuitiva é em forma de gráfico, em que normalmente se apresentam em diagrama de cargas, para facilmente se perceber os diferentes consumos, bem como para se proceder a comparações de diferentes dias ou indicadores estabelecidos.

## Sistema de Gestão de Energia

Por último, é de realçar como a característica mais importante, em termos práticos, de que qualquer sistema de monitorização por mais complexo e dinâmico que seja e por mais quantidade de *outputs* possíveis de se extrair, este não tem capacidade de actuar sobre as falhas autonomamente.

Isto é, quando se instala um sistema de monitorização é preciso pensar que será necessário eger um responsável com conhecimentos técnicos na área da energia, para que saiba interpretar todos os dados extraídos do sistema e por sua vez faça o devido acompanhamento.

De nada valeria a instalação de um sistema de monitorização de dados, sem que exista um responsável que faça a leitura dos mesmos e actue de forma a perceber onde está a ocorrer a falha ou onde se poderá tirar mais vantagens de acordo com os dados emitidos pelo sistema. Sem que isto aconteça, apenas irá existir um histórico de dados armazenados, as falhas permanecerão inalteradas, ou até mesmo a piorar de forma gradual, sem que ninguém as procure resolver ou corrigir em tempo útil.

O responsável pela gestão do sistema de monitorização adquirir-á a médio prazo a experiência necessária para quando tiver que intervir, de acordo com algum valor fora do normal, o faça de forma rápida. Isto torna-se uma vantagem, na medida em que se pode evitar elevados consumos de energia desnecessariamente ou mesmo evitar ou corrigir atempadamente avarias no funcionamento das próprias máquinas devido a alguma falha energética.

Garantindo a existência de um técnico responsável pelo acompanhamento do sistema de gestão de energia, uma outra característica importante é a facilidade de fazer a comparação de dados de consumo. Esta comparação pode ser feita de várias formas temporais, sendo que a mais viável é a comparação entre períodos homólogos, períodos diários, semanais ou mensais.



## **4. CASO DE ESTUDO DO RAMO AUTOMÓVEL**

### **4.1 Apresentação geral da empresa**

O caso em estudo tem por base uma indústria de componentes metálicos. Esta empresa dividi-se em quatro sectores diferentes – *Automotive, Laser, Tooling e Solar* - sendo o automóvel a área de maior produção.

Localizada nos arredores da cidade de Lisboa, esta fábrica conta com cerca de 300 trabalhadores que operam em 3 turnos de segunda a sexta feita. Caso seja necessário, também poderá funcionar ao fim de semana.

Em 2011, o consumo energético nas instalações industriais foi superior a 500 tep (toneladas equivalentes de petróleo), desta forma a instalação ficou sujeita ao cumprimento do Decreto-Lei nº71/2008, de 15 de Abril, que regulamenta o SGCIE – Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia. Este Sistema aplica-se às instalações consumidoras intensivas de energia com consumos superiores a 500 tep/ano.

Com a evolução e o crescimento da empresa, desde a auditoria realizada no ano de 2012 e tendo como referência o ano de 2013, neste momento encontra-se acima dos 1000 tep/ano. O consumo de energia resume-se a três vectores energéticos: Electricidade, Gás Natural e Gasóleo.

### **4.2 Descrição geral do processo produtivo**

A empresa em estudo encontra-se dividida sob o ponto de vista do processo produtivo em 3 sectores: Produção de conjuntos metálicos (fabrico em série), Produção de Moldes e Prototipagem e fabrico rápido.

Em cada secção produtiva existem diversos processos que serão brevemente apresentados, de acordo com a descrição fornecida pelos responsáveis da empresa.

#### **4.2.1 Produção de conjuntos metálicos**

Nesta secção principal da fábrica são realizadas actividades de estampagem de componentes metálicos, de montagem, soldadura e tratamento térmico de superfícies de componentes metálicos.

##### **4.2.1.1 Estampagem**

Secção onde é realizada a conformação das peças metálicas utilizando equipamentos como guilhotinas, prensas hidráulicas e mecânicas. A matéria-prima é recebida sob a forma de rolos de chapa ou formatos pré-cortados. O resultado do processo dá origem a produtos acabados e semi-acabados.

##### **4.2.1.2 Montagem e Soldadura**

Nesta secção são montados os conjuntos finais com base em diversas tecnologias: soldadura MIG/MAG, soldadura por pontos, cravação e montagem manual. Após os processos o produto pode ainda sofrer tratamento de superfície.

#### **4.2.2 Produção de Moldes**

Nesta secção da fábrica é realizada a concepção, desenvolvimento e produção de ferramentas e acessórios para a estampagem de componentes metálicos.

A secção é composta por um parque de máquinas diverso, nomeadamente centros de maquinação CNC, 3D e 5D, máquinas de electroerosão, rectificadoras e tornos CNC.

### 4.2.3 Prototipagem e fabrico rápido

Nesta última secção são realizadas actividades de corte a laser, quinagem e soldadura para a produção de pequenas/médias séries, através de equipamentos de corte a laser, entre outros.

O fluxograma do processo, cedido por responsáveis da empresa, é representado na Figura 4.

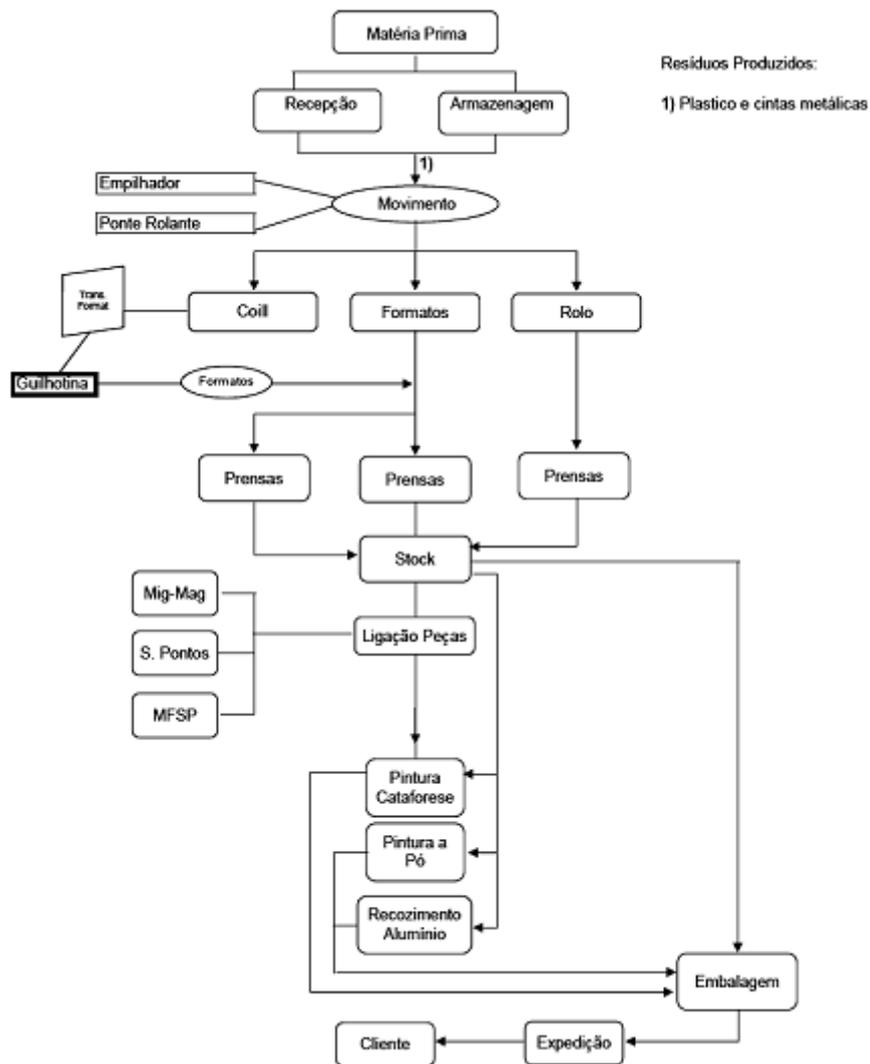


Figura 4 – Fluxograma do processo produtivo.

### 4.3 Caracterização da infra-estrutura eléctrica

#### 4.3.1 Alimentação Eléctrica

A alimentação eléctrica da empresa é efectuada em média tensão (MT), possuindo três postos de transformação de tensão (PT), através de três transformadores, de modo a alimentar três quadros gerais de baixa tensão, designados por QGBT 1, QGBT 2 e QGBT 3.

Fisicamente o QGBT 1 e o QGBT 2 estão juntos, e o QGBT 3 encontra-se numa mezzanine no interior da fábrica.

De acordo com as facturas disponibilizadas, a energia eléctrica é fornecida por contrato comercial com a IBERDROLA, em média tensão através de uma tarifa tetra-horária, com ciclo semanal. A potência contratada actualmente é 1.198 kW e a potência instalada 3.200 kVA, através de dois transformadores de potência unitária igual a 800 kVA (T1 e T2) e o T3 de 1.600 kVA.

A instalação possui compensação reactiva recorrendo à compensação global de cada QGBT. A compensação é realizada através de baterias de condensadores.

A infra-estrutura eléctrica é constituída pelos três QGBT's que alimentam uma rede de quadros eléctricos parciais.

Tabela 2 - Características dos transformadores.

	Marca	Tipo	P (kVA)	Ano
T1	EFACEC	TR 800 E	800	1974
T2	MERLIN	800/36/30	800	1994
	GERIN	O-PA		
T3	MERLIN	1600/36/30 B2	1.600	2003
	GERIN	O-PA		

A partir dos quadros gerais de baixa tensão são alimentados os quadros parciais, que por sua vez alimentam uma série de máquinas (prensas mecânicas, prensas hidráulicas, pontes), bem como os compressores de ar comprimido, e toda a iluminação presente nas instalações da secção I – Produção de conjuntos metálicos. De referir

também que as duas zonas fisicamente separadas da secção referida, ou seja a secção II – Produção de Moldes e a III – Prototipagem e fabrico rápido são alimentadas também através do QGBT 2.

#### **4.3.2 Identificação dos Equipamentos de Elevada Potência Eléctrica**

No processo produtivo da fábrica foram identificados os circuitos/equipamentos que se posicionam como os maiores potenciais consumidores de energia eléctrica devido às elevadas potências instaladas e ao número elevado de horas de funcionamento.

Esses equipamentos são as prensas imprescindíveis no processo da empresa: prensa hidráulica de 1250 toneladas e a prensa mecânica de 400 toneladas e os equipamentos associados ao ar comprimido.

É de referir também, apesar de o seu funcionamento ser bastante recente e ainda não estar a operar nas condições ideais, a prensa mecânica de 3300 toneladas, sendo uma aposta para o futuro da empresa e um dos maiores investimentos até à data.

#### **4.3.3 Ar comprimido**

A central de ar comprimido da fábrica é constituída por vários equipamentos, distribuídos pela secção I e II, e todos de velocidade variável. Este facto revela desde já eficiência na produção, ajustando-a às necessidades reais.

Os equipamentos de compressão possuem as características apresentadas na Tabela 3:

Tabela 3 - Características técnicas das unidades de ar comprimido.

Equipamento	Marca	Modelo	Potência (kW)	Capacidade FAD (m <sup>3</sup> /min)	Pressão funcionamento (bar)
Compressor 1 Secção I	Atlas Copco	GA 90 VSD	90	15,54	8
Compressor 2 Secção I	Atlas Copco	GA 50 VSD	50	8,52	8
Compressor 3 SecçãoII	Atlas Copco	GA 18 VSD	18	3,24	8

#### 4.3.4 Iluminação

Os sistemas de iluminação actualmente instalados na empresa serão diferenciados mediante a função que desempenham, isto é, para a iluminação das naves encontram-se instaladas lâmpadas de vapor de mercúrio, parte delas instaladas em campânulas, e outras apenas a lâmpada. Para uma iluminação local, dos postos de trabalho encontram-se instaladas luminárias com lâmpadas fluorescentes tubulares, que desta forma oferecem uma luminosidade extra para certos trabalhos mais exigentes no nível de iluminação. Na zona de carregamento das baterias e estação de serviço também estão instaladas lâmpadas fluorescentes tubulares de 58 W. As lâmpadas de vapor de mercúrio instaladas possuem potência unitária de 250 W e 400 W.

A iluminação exterior é realizada através de lâmpadas de descarga de alta intensidade de 250 W em postes de iluminação nas paredes das naves e por candeeiros com lâmpadas de descarga compactas de 70 W presentes nos espaços circundantes da fábrica.

A iluminação da empresa (exterior e iluminação das naves) representa cerca de 125 kW, e cerca de 7,5% do consumo anual de energia eléctrica da empresa.

Na Figura 5 pode-se observar a potência instalada de iluminação pelos diferentes espaços da fábrica.

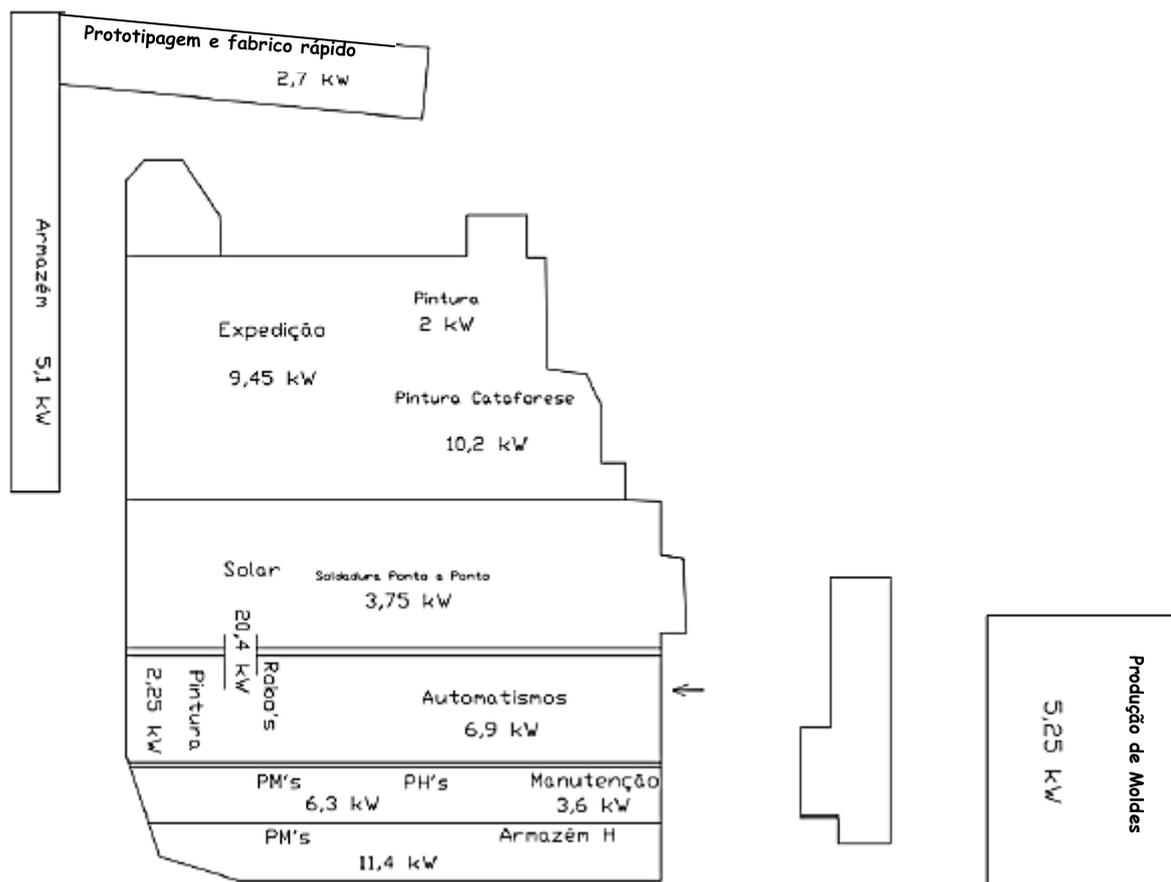


Figura 5- Potência instalada de iluminação interior em cada zona da fábrica.

#### 4.4 Caracterização de Consumos

De forma a caracterizar os consumos energéticos, a empresa em estudo gentilmente cedeu todos os valores das facturas energéticas do ano de 2013, bem como o Relatório de Execução e Progresso (REP) enviado para a Direcção Geral da Energia e Geologia (DGEG).

Com base no REP e uma vez que os indicadores energéticos já foram definidos no Plano de Racionalização do Consumo de Energia (PREn), seguem em baixo três tabelas com a comparação dos indicadores.

Tabela 4 - Intensidade Energética.

Ano de Referência	Energia (tep/ano)	VAB (€/ano)	Intensidade Energética (kgep/euro)
2011	922	1.312.723	0,703
2013	1196,8	7.811.502	0,153

Tabela 5 - Consumo Específico.

Ano de Referência	Energia (tep/ano)	Produção (Milhares Peças/ano)	Consumo Específico (kgep/Milhares Peças)
2011	922	70.215	13,138
2013	1196,8	82.482	14,51

Tabela 6 - Intensidade Carbónica.

Ano de Referência	Emissões (tCO2/ano)	Energia (tep/ano)	Intensidade Carbónica (tCO2/tep)
2011	2.143	922	2,323
2013	2.741	1196,8	2,29

Analisando estes dados, pode-se facilmente verificar que houve um crescimento do consumo energético.

Este crescimento relaciona-se com a introdução de novos projectos, que por sua vez aumentam a produção em mais de 10 milhões de peças por ano, bem como com a aquisição de uma nova prensa com grandes consumos.

Apesar de esta prensa só ter iniciado o seu funcionamento nos últimos meses do ano de 2013, é notório nas facturas eléctricas um aumento de consumo. Tomando como exemplo o mês de Dezembro e comparando com o ano de referência da auditoria, o consumo energético praticamente duplicou, passando de 277 MWh para 488 MWh.

Um dado a ter em conta é o aumento do consumo específico, que apesar de aumentar o número de peças produzidas, aumentou também bastante o consumo de energia.

#### 4.5 Caracterização do Sistema de Gestão de Energia instalado

Na empresa em estudo, encontra-se instalado um Sistema de Gestão de Energia, que monitoriza os consumos de energia dos quadros QGBT1 e QGBT2 que se encontram fisicamente juntos, como já foi acima referido. Por questões de qualidade de energia, isolaram-se as ligações da linha de soldadura no QGBT3, mas opcionalmente não foi considerado este quadro no sistema por se considerar não ser um ponto de grande consumo.

Cada um destes dois quadros gerais de baixa tensão alimenta vários quadros eléctricos parciais, cada um deles equipado com contagem parcial de consumo de energia.



Figura 6 – Quadro Global de Baixa Tensão (QGBT1 e QGBT2).

Na imagem em cima pode-se observar o quadro existente, onde no canto superior direito está instalado um autómato que recebe toda a informação de cada uma das medições parciais, através de uma ligação RS422/485 que por sua vez envia através

de um Modem, todos os dados para uma base de dados existente num computador interno.

Estes dados podem ser consultados através de um software com interface *WEB*, onde podem ser visualizados em tempo real ou mesmo consultar dados armazenados em histórico de registos efectuados, consoante as necessidades.

No quadro onde estão concentrados todos os contadores é possível consultar, em tempo real, o consumo actualizado de energia em kWh e o Factor de Potência, assim como a Tensão (V), a Frequência (Hz) e Correntes (A).

Quanto ao Software instalado, as variáveis são as mesmas que se podem consultar no próprio quadro, sendo que tem como vantagem a possibilidade de se poder ver dados armazenados do histórico dos registos recolhidos.

Este software apresenta-se com uma barra lateral onde estão sempre visíveis e disponíveis todas as funcionalidades possíveis de consultar, desde a monitorização, as curvas gráficas, os relatórios gerados a partir do histórico de dados e a configuração do próprio sistema, como se pode perceber com o esquema da figura seguinte.

Na figura em baixo, do lado esquerdo assinalado a vermelho apresenta-se a barra principal com as funcionalidades possíveis de consultar, e do lado direito de forma desdobrada as respectivas variáveis de cada uma das funcionalidades.

## Caso de Estudo do Ramo Automóvel

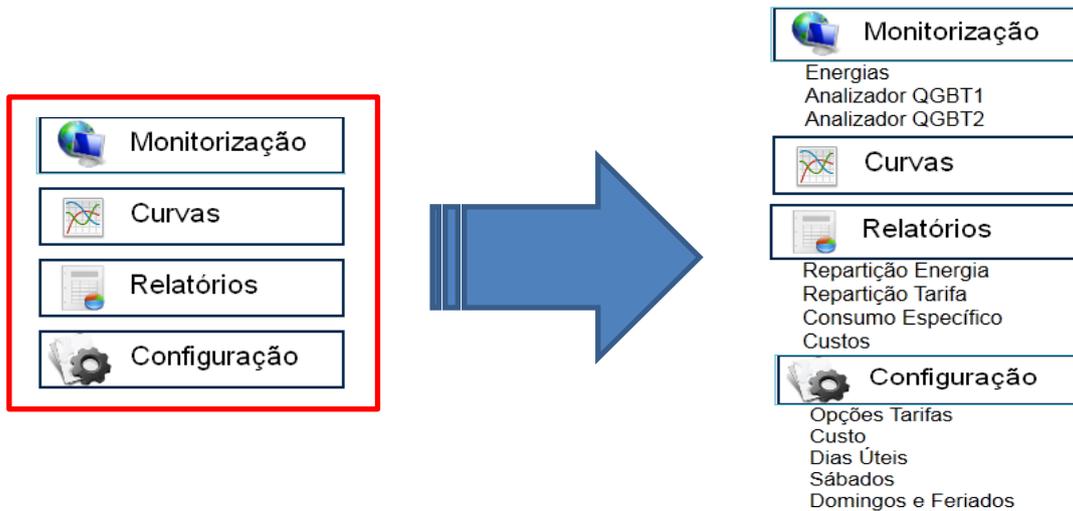


Figura 7 - Barra de funcionalidades do Software.

Para que se compreenda o modo de funcionamento do sistema, descreve-se de seguida separadamente cada uma destas funcionalidades.

Na monitorização, escolhendo a opção de *Energias* pode-se visualizar o consumo total diário e mensal de ambos os QGBT, bem como cada um dos quadros parciais alocados a estes dois quadros gerais, também apresentando o consumo total diário e mensal acumulados (Figura 8). Estes valores são apresentados em kWh.

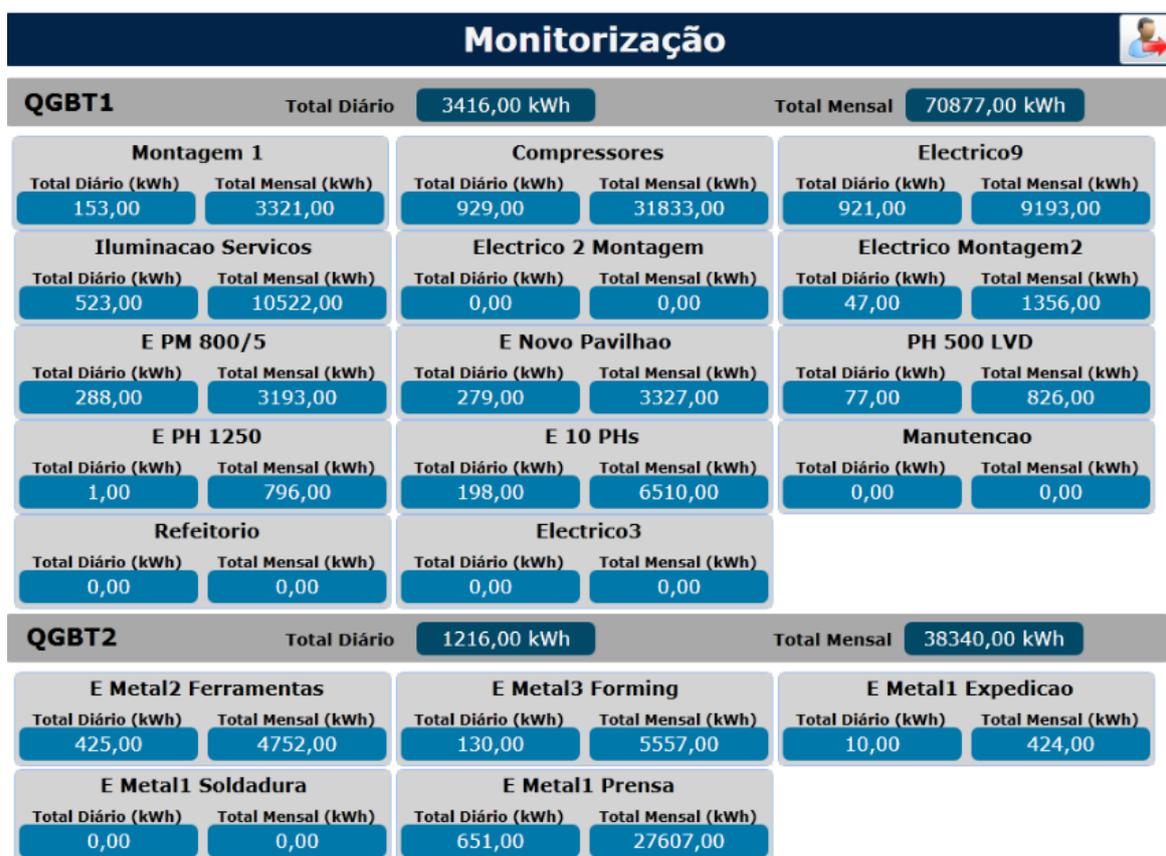


Figura 8 – Funcionalidade do Software: Monitorização.

Se o utilizador necessitar de outro tipo de informação além dos consumos de energia acumulados mostrados na figura anterior, poderá escolher o quadro geral que pretende, e assim visualizar a Potência (kW), Tensão (V), Frequência (Hz), Corrente (A) e Energia Activa (kWh) e Reactiva (VARh). Todos os consumos são instantâneos, excepto a Energia que se trata do valor acumulado no contador (Figura 9 e 10).



Figura 9 – Funcionalidade do Software: Monitorização do QGBT1.

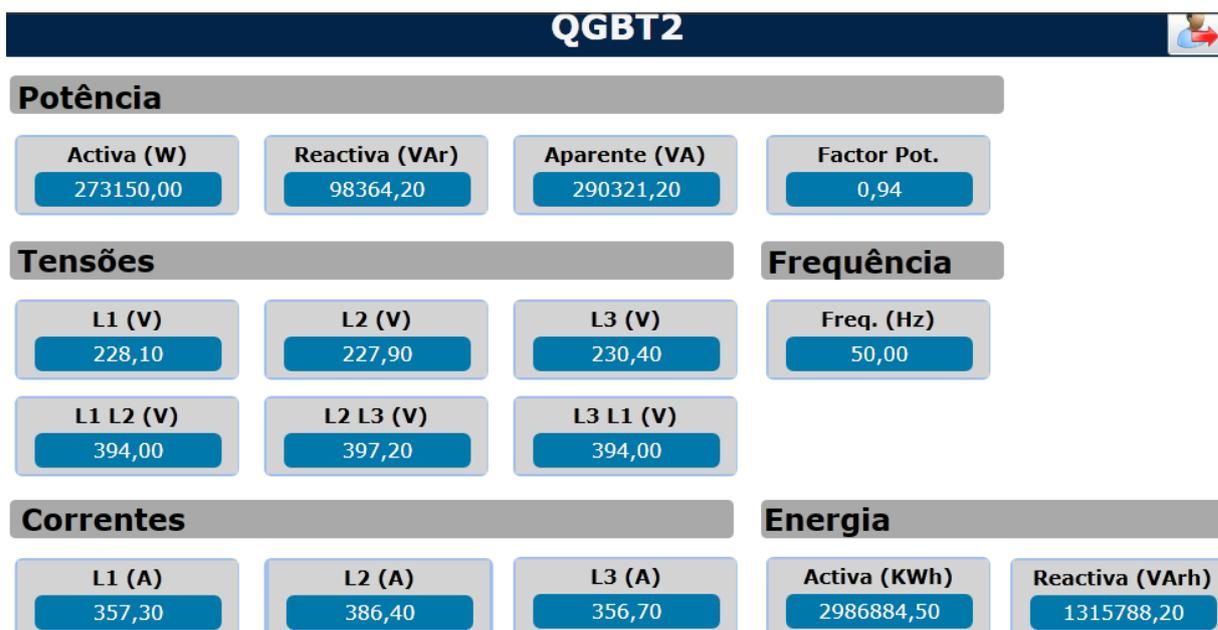


Figura 10 – Funcionalidade do Software: Monitorização do QGBT2.

Para consultar os dados recolhidos de uma forma gráfica, pode-se optar por gerar um gráfico de curvas. Para isso terá que se seleccionar o quadro geral pretendido, assim como a variável e o período de tempo. O período é apresentado na forma de hora a hora,

sendo que se quisermos visualizar uma curva mais precisa, é possível observar os registos a cada 15 minutos.

Outra opção disponível é a visualização de mais do que uma variável no mesmo período de tempo (Figura 11). Apesar de o software permitir seleccionar todas as variáveis para o mesmo período de tempo, fica ao critério do utilizador fazer a escolha adequada da informação que pretende visualizar, uma vez que as variáveis não têm as mesmas escalas de grandeza, e só faz sentido comparar valores de igual ordem de grandeza.

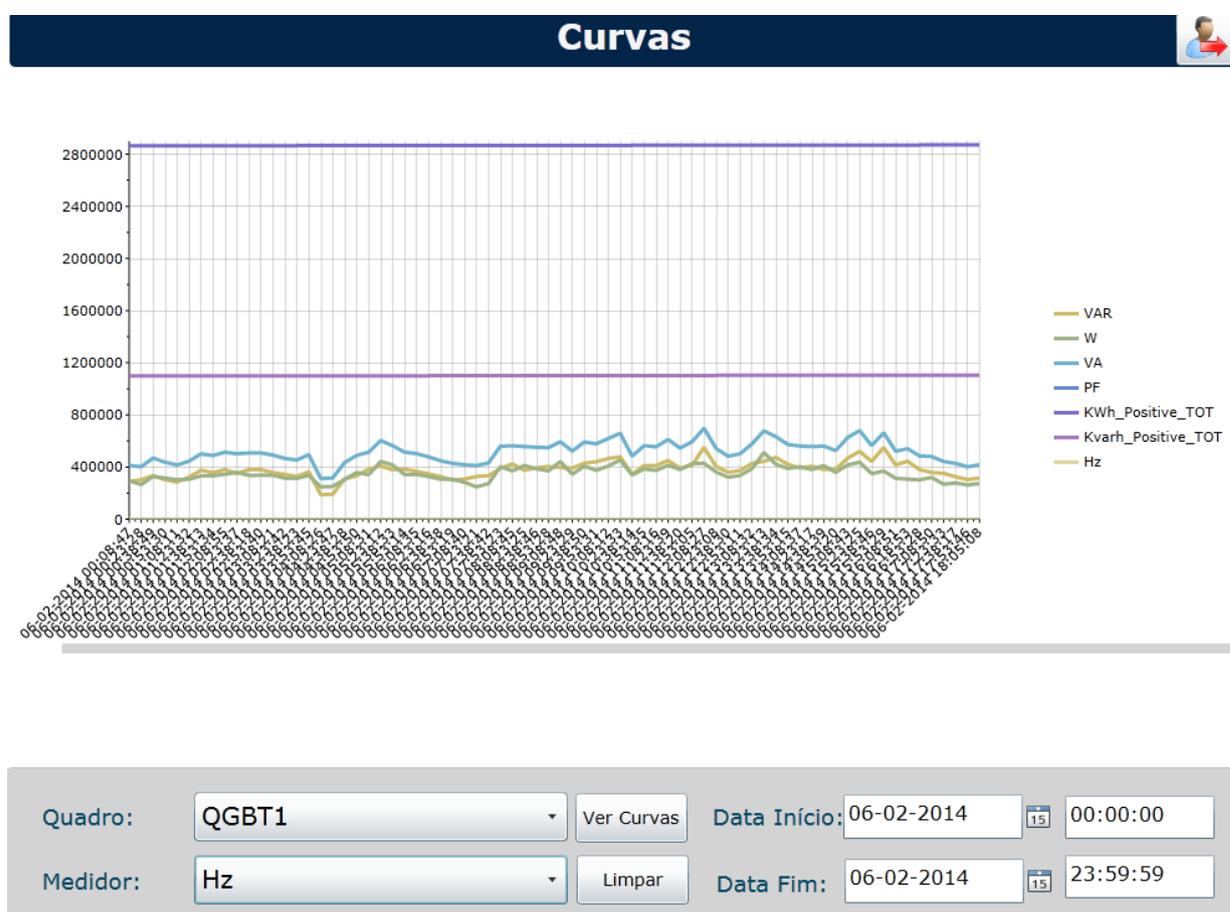


Figura 11 – Funcionalidade do Software: Curvas.

Como este *software* possui uma base de dados onde armazena todos os registos recolhidos, permite a exportação de vários relatórios.

## Caso de Estudo do Ramo Automóvel

Estes relatórios, possíveis de gerar, mostram os consumos separados por quadros parciais, por equipas (cada um dos diferentes processos produtivos: prensas mecânicas, prensas hidráulicas, soldadura, tratamento de superfície, etc.) ou até mesmo por local (cada um dos três sectores que a empresa se encontra dividida: Produção de conjuntos metálicos, Produção de Moldes e Prototipagem e fabrico rápido).

O período de integração usado é de hora a hora, em que se pode observar os consumos de um único dia, ou o consumo total diário num determinado período de dias.

Os relatórios mostram a Repartição do Consumo de Energia, de forma a se ter uma ideia dos consumos por quadros parciais, equipas ou locais; a Repartição por posto horário, onde é possível consultar o consumo em cada período tarifário de um dia (kWh); o Consumo (kWh) e Custo (Euro) de Energia Geral; e também o Consumo Específico em kWh por unidade de produção, mas devido à atribuição de um número fixo de unidades produzidas (1000/hora) estes valores não fazem sentido como sendo Consumo Específico.

Hora	PM			PH			Tratamento			Sol.		
	Energia (kWh)	Produção (Un.)	Cons. Espec. (kWh/Un.)	Energia (kWh)	Produção (Un.)	Cons. Espec. (kWh/Un.)	Energia (kWh)	Produção (Un.)	Cons. Espec. (kWh/Un.)	Energia (kWh)	Produção (Un.)	Cons. Espec. (kWh/Un.)
1	109.66	1000	0.110	65.16	1000	0.065	9.06	1000	0.009	27.36	1000	0.027
2	114.90	1000	0.115	58.65	1000	0.059	6.15	1000	0.006	22.95	1000	0.023
3	103.88	1000	0.104	65.18	1000	0.065	5.98	1000	0.006	23.38	1000	0.023
4	108.28	1000	0.108	64.83	1000	0.065	6.43	1000	0.006	24.23	1000	0.024
5	86.42	1000	0.086	49.42	1000	0.049	6.52	1000	0.007	23.22	1000	0.023
6	89.88	1000	0.090	52.18	1000	0.052	7.78	1000	0.008	24.48	1000	0.024
7	104.86	1000	0.105	52.31	1000	0.052	7.51	1000	0.008	25.51	1000	0.026
8	105.64	1000	0.106	51.59	1000	0.052	7.79	1000	0.008	24.79	1000	0.025
9	104.06	1000	0.104	74.51	1000	0.075	10.01	1000	0.010	28.81	1000	0.029
10	107.36	1000	0.107	76.71	1000	0.077	8.71	1000	0.009	27.81	1000	0.028
11	111.62	1000	0.112	71.32	1000	0.071	6.22	1000	0.006	24.72	1000	0.025
12	111.62	1000	0.112	68.12	1000	0.068	6.72	1000	0.007	23.82	1000	0.024
13	87.52	1000	0.088	65.87	1000	0.066	6.67	1000	0.007	23.67	1000	0.024
14	83.52	1000	0.084	49.22	1000	0.049	6.52	1000	0.007	23.22	1000	0.023
15	92.96	1000	0.093	47.91	1000	0.048	6.61	1000	0.007	23.21	1000	0.023
16	88.64	1000	0.089	38.14	1000	0.038	5.54	1000	0.006	22.24	1000	0.022
17	79.64	1000	0.080	31.24	1000	0.031	4.24	1000	0.004	21.24	1000	0.021
18	75.68	1000	0.076	26.88	1000	0.027	2.28	1000	0.002	18.28	1000	0.018
19	80.12	1000	0.080	30.37	1000	0.030	2.47	1000	0.002	19.57	1000	0.020
20	74.82	1000	0.075	27.02	1000	0.027	2.42	1000	0.002	18.42	1000	0.018
21	78.92	1000	0.079	29.32	1000	0.029	2.42	1000	0.002	18.42	1000	0.018
22	79.12	1000	0.079	28.37	1000	0.028	2.47	1000	0.002	18.57	1000	0.019
23	78.92	1000	0.079	28.92	1000	0.029	2.42	1000	0.002	18.42	1000	0.018
24	78.12	1000	0.078	27.37	1000	0.027	2.47	1000	0.002	19.57	1000	0.020
Tot.	2234.16	24000	0.093	1180.61	24000	0.049	135.41	24000	0.006	545.91	24000	0.023

Figura 12 – Relatório exportado do Software do Consumo Específico por equipas (25-01-2014).

Na Figura 12, pode-se observar um relatório gerado do Software que apresenta o Consumo Específico do dia 25-01-2014, separado por secções.

Como referi anteriormente, o número de unidades de produção não corresponde à realidade, é representado por um valor fixo. Para se calcular o consumo específico, seria necessário usar duas variáveis, o consumo e o número de peças produzidas e não como se mostra no quadro, em que as unidades produzidas são uma constante sem que exista a possibilidade de alterar o seu valor. Dependendo do tipo de peças a serem produzidas o número de unidades por hora pode variar bastante, devia assim ser possível ao utilizador inserir o número correcto de peças produzidas em cada hora, de forma a gerar um relatório correcto. Desta forma, esta funcionalidade não mostra o pretendido, pois foi atribuído de forma permanente para todas as horas a quantidade de 1000 unidades produzidas.

Por fim, a opção de configuração onde é permitido configurar os custos associados a cada um dos períodos do dia, desagregando-os pelos postos horários das tarifas, por horas de Super-vazio (0,044 €/kWh), de Vazio (0,054 €/kWh), de Cheia (0,063 €/kWh) e de Ponta (0,069 €/kWh), com a possibilidade de os parametrizar. O horário destes períodos varia consoante o dia útil, de fim-de-semana ou caso seja dia de feriado.

Uma vez que este horário varia ao longo do ano, também existe a possibilidade de ajustar cada tarifa à altura do ano, dividindo-se assim apenas em duas épocas: a época de Verão e a de Inverno.

## **5. OPORTUNIDADES DE MELHORIA**

Após o levantamento de todas as características do Sistema de Gestão de Energia implementado na fábrica, torna-se necessário identificar possíveis melhorias que possam ser introduzidas de forma a melhorar o seu funcionamento e consequentemente influenciar na eficiência global da instalação. Para isso serão mencionadas medidas de foro comportamental, bem como de expansão do próprio sistema.

Tendo em conta o sistema que se encontra instalado, e em modo de comparação com as características essenciais para o melhor funcionamento de um sistema, pode dizer-se que contém as características mínimas exigidas (apresentação, variáveis, etc.), no entanto, poderiam ser acrescentadas novas funcionalidades bem como a forma como nos é mostrada a informação para mais fácil e melhor interpretação.

### **5.1 Atribuição de uma pessoa responsável pelo SGE**

De forma a se conseguir maior proveito do Sistema de Gestão de Energia, isto é, que se consiga a melhor racionalização no uso da energia sem alterar o actual processo produtivo, serão mencionadas algumas sugestões possíveis de aplicar sem necessidade de alterar fisicamente o sistema.

Assim, e como já referido anteriormente, a existência de um responsável pela gestão do sistema, penso que seria um primeiro passo para se obter um maior proveito deste instrumento, uma vez que na empresa em estudo não existe nenhum responsável por fazer o devido acompanhamento e alertar para as irregularidades que o sistema ajuda a encontrar através da análise dos dados de consumo recolhidos.

Este responsável teria a função de acompanhar diariamente os valores medidos pelo sistema e analisá-los de forma a detectar valores anómalos, tendo isto que ser feito por comparação com períodos homólogos e em função da produção, e com isto conseguir uma rápida actuação sobre suspeita de consumos anómalos.

A pessoa em questão teria também a função de ir apresentando os consumos de energia da empresa e os seus custos associados de forma rotineira, para que todos os operadores tenham conhecimento e consciência dos valores envolvidos e assim possam facilmente ser alertados e sensibilizados para a importância da poupança energética. Esta acção tornar-se-ia bastante importante, pois a monitorização aborda os pontos mais intervenientes em todo o processo produtivo e onde é consumida a maior percentagem de energia na fábrica.

Ao longo do tempo, este responsável iria adquirir competência e experiência necessária de forma a reconhecer problemas semelhantes ou repetidos e reduzir desta forma o tempo de actuação na falha.

É de referir que esta é uma funcionalidade ou modo de funcionamento de custo reduzido, se compararmos com os benefícios económicos que poderá trazer.

O processo produtivo desta fábrica varia bastante ao longo do dia e ao longo da semana, pois as unidades produzidas têm formas e tamanhos diferentes, com modos de produção de peças diferentes. Desta forma, o consumo de energia das máquinas também varia e torna-se assim difícil de controlar com maior precisão os consumos energéticos. Ainda assim, é possível de visualizar nas curvas a evolução dos consumos e perceber se houve alguma variação que se possa considerar anómala em função da produção.

Numa situação em que uma determinada máquina esteja a consumir energia a mais do que seria expectável, não é possível verificar imediatamente através dos gráficos de consumo em que quadro parcial está a acontecer, pois só é permitida a escolha de quadros gerais. Para isso terá que se ir consultar os consumos totais de cada quadro parcial e por experiência e conhecimento por parte da pessoa que está a analisar conseguir perceber onde está a haver um consumo exagerado.

É fundamental para quem analisa os dados do Sistema de Gestão de Energia que acompanhe em paralelo todo o processo produtivo da fábrica, de maneira a não gerar falsos alertas de excessivo consumo de energia.

## 5.2 Propostas de alteração ao Sistema de Energia

Como se percebeu através da descrição do software do Sistema de Gestão de Energia, este apresenta algumas funcionalidades, mas penso que se poderia acrescentar outras de forma a tirar melhor resultado da existência de um sistema de monitorização instalado.

Na página de abertura do software, existem alguns pontos que se poderiam alterar, como é exemplo a apresentação dos consumos instantâneos de cada um dos dois quadros gerais (QGBT1 e QGBT2), de forma a tornar mais fácil a leitura da informação apresentada.

Não faz sentido os valores serem apresentados em Watts, unidade inadequada para representar potência desta gama de grandeza, conduzindo à apresentação de valores demasiado elevados e, por isso, de maior dificuldade de interpretação (Figura 13). Isto é, a apresentação destes valores deveria estar em kW para uma fácil leitura e noção dos valores.

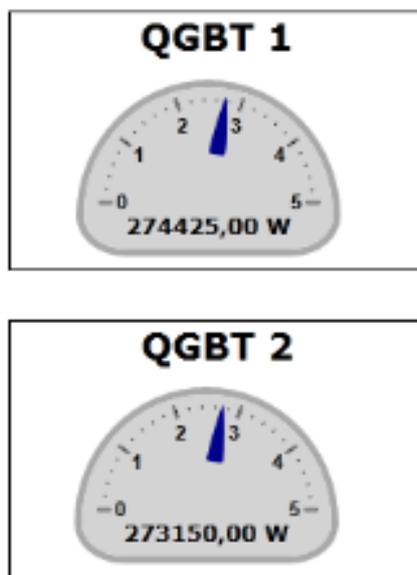


Figura 13 – Software: Consumos instantâneos do QGBT1 e QGBT2.

Outro aspecto é o facto de apenas nos serem apresentados os consumos totais diários e mensais, do dia e mês corrente sem qualquer comparação com um referencial, que nos pudesse dar uma informação relativa. Para quem estiver a analisar os valores e não tiver o devido conhecimento e experiência, torna-se bastante difícil de interpretar, pois apenas temos os valores dos consumos apresentados sem qualquer informação relativa de modo a se poder saber se estes estão acima ou abaixo de um determinado referencial (média, consumo homólogo do dia e mês).

Deveria existir a possibilidade de criar um indicador, de forma a comparar os consumos, mas como já referi no capítulo anterior, para o caso desta fábrica a produção varia bastante, logo o ideal seria a comparação com períodos homólogos da semana imediatamente anterior. Um outro indicador bastante interessante relacionado com o aspecto económico, onde seria possível de ver os custos associados ao consumo total diário ou mensal, dando-nos uma outra perspectiva dos consumos praticados.

Só assim se poderia interpretar facilmente os consumos de energia, facilitando o trabalho do gestor do sistema na análise de resultados de consumo.

Esta comparação de períodos deveria ser possível de visualizar não só na primeira página, mas também no gráfico de curvas, para que se analise maiores períodos de tempo e se tenha a percepção mais precisa da altura do dia, ou da semana em que ocorreu variação dos consumos de energia, ou mesmo num diagrama de barras de modo a facilmente identificar o peso dos consumos.

Com a criação de novos indicadores, poder-se-ia acrescentar uma outra funcionalidade de emissão de alertas sempre que se ultrapassasse os valores de referência.

Uma vez mais, torna-se fundamental a existência de um responsável para receber os alertas, analisar e actuar rapidamente sobre as eventuais falhas.

Os alertas mais específicos poderiam ser enviados através de mensagem para o responsável (email ou mensagem para telemóvel). Poder-se-ia definir também alertas mais gerais que pudessem ser comunicados a todos os colaboradores da empresa, de forma a que todos tenham a consciência dos elevados consumos associados ao consumo

## Oportunidades de Melhoria

e estejam também todos envolvidos nesta causa, que é além do mais uma vantagem económica na factura eléctrica da empresa.

A periodicidade dos alertas deveria ser consoante o tipo de alerta. Por outro lado usar indicadores de consumos e valores padrão para cada indicador de modo a estabelecer metas que também podem ser geridas por emissão de alertas em caso de eminência da sua violação.

Com base nestes alertas, a pessoa responsável pela análise do sistema teria a função de reunir todos os dados e proceder ao seu tratamento e análise, para posteriormente encaminhar na forma de relatório para todos os supervisores de cada área da fábrica e gestão de topo.

Este relatório deveria consistir num quadro com a representação gráfica dos consumos de energia relativos ao alerta emitido, em que aliado a isso deveria também existir um campo referente às anomalias ocorridas, em que mostre a resolução do problema. Para isso, teria que ter uma breve descrição do problema, um responsável pela sua resolução, uma possível causa de ocorrência com a respectiva acção de correcção e para evitar que futuramente volte a acontecer, apresentar uma acção preventiva.

Com isto, penso que todos os colaboradores iriam sentir a responsabilidade de dar o seu contributo e ficariam sensibilizados para as suas acções no que toca aos consumos de energia.

Uma vez que estamos perante uma empresa de produção, e dado ter-se detectado a falha do sistema relativamente à indicação do número de unidades de peças produzidas, seria bastante importante integrar no sistema a contagem de unidades produzidas já existente na fábrica, de modo a gerar indicadores de consumo específico mais coerentes com a realidade de produção. Na ausência desta ligação aos contadores de peças fabricadas, a alternativa poderia passar por criar uma nova opção de configuração quando se pretende gerar os relatórios, em que o utilizador da mesma forma que escolhe o período pretendido também atribui o número de peças produzidas em cada hora. Desta forma, o consumo específico contaria com duas variáveis e o utilizador teria mais facilidade em interpretar os resultados.

## Avaliação de Impacto de um Sistema de Monitorização de Consumos na Indústria

Não sendo uma proposta de alteração do actual sistema mas sim de correcção, menciono o facto de existir um erro de eventual programação do software, pois sem razão aparente este apresenta os registos todos a zero. Quando consegue regressar à normalidade, apresenta um único valor com o acumulado dos dias a zero apresentados.

Na Figura 14, pode-se verificar que o software não está a funcionar nas devidas condições, através de um relatório exportado relativo ao Consumo e Custos por local. No dia 9 do mês verifica-se um valor acumulado de todos os outros dias em que não foram registados quaisquer dados.

Dia	PM		PH		Tratamento		Sol		Automatismos		Tandem		Qualidade		Total	
	Energia (kWh)	Custo (eur)	Energia (kWh)	Custo (eur)	Energia (kWh)	Custo (eur)	Energia (kWh)	Custo (eur)	Energia (kWh)	Custo (eur)	Energia (kWh)	Custo (eur)	Energia (kWh)	Custo (eur)	Energia (kWh)	Custo (eur)
1	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
2	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
3	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
4	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
5	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
6	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
7	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
8	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
9	29399325 54.72	189919658	34899957 72.52	225451838	68999483 7.92	44573648	22899770 95.02	147932558	43998835 5.22	28423258	68998143 0.02	44572818	13999710 6.82	9043818	10679837 152.04	689917596
10	683.28	38.648	199.08	11.099	64.68	3.85	435.28	24.527	108.28	5.991	147.88	8.331	28.88	1.523	1663.38	93.77
11	576.52	31.202	104.72	5.659	65.62	3.563	430.22	23.348	105.22	5.713	144.82	7.862	29.82	1.82	1456.94	78.966
12	826.60	51.779	502.95	32.663	97.85	6.174	576.05	36.042	139.60	8.743	186.85	11.673	52.50	3.351	2382.40	150.425
13	804.74	50.389	430.19	27.897	101.99	6.417	522.29	32.55	137.14	8.583	179.29	11.179	56.84	3.835	2232.48	140.651
14	854.06	53.526	1013.66	65.247	120.06	7.465	514.66	32.678	161.46	10.057	207.86	12.95	78.26	4.877	2950.02	186.8
15	649.72	40.021	1025.32	64.316	87.42	5.285	442.02	27.015	125.62	7.624	183.82	9.964	53.62	3.217	2547.54	157.441
16	881.96	55.523	391.26	25.02	78.06	4.86	520.76	32.4	135.06	8.469	192.56	12.11	40.46	2.545	2240.12	140.927
17	552.06	30.817	568.91	32.177	75.61	4.204	440.51	24.737	107.26	5.968	138.91	7.732	48.16	2.678	1931.42	108.314
18	295.40	15.977	67.20	3.644	31.20	1.713	152.00	8.27	35.60	1.953	40.00	2.193	30.80	1.691	652.20	35.441
19	1237.98	78.043	1790.13	113.827	176.23	10.923	788.43	48.969	452.38	27.793	742.03	45.553	103.88	6.384	5291.06	331.492
20	1281.46	80.075	1611.11	101.944	204.41	12.414	781.91	48.357	473.16	28.892	783.91	46.756	121.66	7.26	5237.62	325.698
21	1418.76	88.285	1731.51	108.503	217.31	13.351	867.91	53.868	508.86	31.358	822.91	50.758	123.76	7.524	5691.02	353.645
22	1545.64	96.086	1641.39	103.378	232.49	14.439	867.29	54.059	537.94	33.167	864.89	53.248	133.84	8.312	5823.48	362.689
23	1405.78	86.681	1870.83	118.389	223.93	13.759	830.43	51.525	515.18	31.624	829.43	50.913	127.68	7.78	5803.26	360.671
24	881.14	48.866	517.09	28.998	96.09	5.276	282.79	15.543	142.44	7.863	188.79	10.45	54.74	2.973	2163.08	119.97

Figura 14 - Relatório exportado do Software do Consumo e Custos por local (07-08-2013).

Nunca é de mais referir que se existisse na empresa em estudo um responsável por acompanhar e explorar o Sistema de Gestão de Energia, este problema de armazenamento de dados já teria sido detectado e corrigido.

## 6. CONCLUSÕES

Para a elaboração desta dissertação foi considerada a indústria metalomecânica, cujo vector energético mais importante de consumo é a electricidade.

Com este trabalho, pretendeu-se estudar o modo de como se pode gerir o Sistema de Gestão de Energia implementado na empresa em estudo, com a finalidade de este sistema poder fazer uma caracterização de consumo detalhada e online e contribuir para uma utilização mais racional do uso da electricidade e assim reduzir custos de produção relativos à energia consumida sem afectar a produção.

Este caso serviu também como um excelente exemplo de uma incorrecta utilização e aproveitamento das funcionalidades de um Sistema de Gestão de Energia.

Assim sendo, penso que se conseguiu passar a mensagem principal de que existem soluções simples e de fácil aplicação capazes de reduzir os consumos de energia e consequentemente a factura eléctrica.

Para isso, é necessário que haja o devido acompanhamento com objectivos definidos. A simples instalação de um Sistema de Gestão de Energia, por si só não conduz directamente à redução de consumo, mas é um instrumento útil que serve para dar a conhecer como e onde se consome energia em tempo real. Essa informação é bastante útil para se poder actuar de forma adequada e rápida.

Por fim, percebe-se que com pequenas intervenções se podem obter elevados resultados de eficiência energética e qualidade das máquinas, aliada a uma grande redução dos gastos financeiros praticados pela empresa ao final de um ano de produção.



## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abdelaziz, E. A. *et al* (2011). *A review on energy saving strategies in industrial sector*. Renewable and Sustainable Energy Reviews 15(2010), 150-168.

ACEEE, American Council for an Energy-Efficient Economy (2009). *How Does Energy Efficiency Create Jobs?* Washington, D.C., USA.

Ahmed, S. F. (2008). *An Examination of the Development Path Taken by Small Island Developing States: Jamaica a Case Study*. Master of Arts, University of Prince Edward Island, Charlottetown. Canda.

BCSD - Portugal (2005). *Manual de boas práticas de eficiência energética*. ISR - Dep. de Eng. Electrotécnica e de Computadores, Universidade de Coimbra. Portugal.

Brundtland (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*. UN - United Nations

Bunse, K. *et al* (2010). *Integrating energy efficiency performance in production management - Gap analysis between industrial needs and scientific literature*. Journal of Cleaner Production, 19(2010), 667-679

Ciscar, J. C. *et al* (2004). *Vulnerability of the EU Economy to Oil Shocks: a General Equilibrium Analysis with the GEM-E3 Model*. Joint Research Center, European Commission

Correia D., Cabral J., Damas J., Soares J., (2003), *Auditorias Energéticas*, UP. Porto

Dincer, I. (1999). *Environmental impacts of energy*. Energy Policy, 27(1999), 845-854.

Eurostat (2013). *Energy, transport and environment indicators*. European Commission. Italy.

Gallopín, G. (2001). *Science and Technology, Sustainability and Sustainable Development*. Economic Commission for Latin America and the Caribbean. ECLAC - Economic Commission for Latin America and the Caribbean.

McKane, A., Price, L. & de la Rue du Can, S. (2008). *Policies for promoting industrial energy efficiency in developing countries and transition economies*. UNIDO Executive Summary.

## Avaliação de Impacto de um Sistema de Monitorização de Consumos na Indústria

[http://www.unido.org/fileadmin/media/documents/pdf/Energy\\_Environment/ind\\_energy\\_efficiencyEbookv2.pdf](http://www.unido.org/fileadmin/media/documents/pdf/Energy_Environment/ind_energy_efficiencyEbookv2.pdf) (Consultado em Março, 2014)

NP EN ISO 50001 (2012). Sistemas de gestão de energia Requisitos e linhas de orientação para a sua utilização: ISO, International Organization of Standardization.

Petrecca, G. (1992). *Industrial energy management: principles and applications*. Publicado por: Kluwer Academic Publisher. USA.

SGCIE-ADENE. (2010). *Medidas de eficiência energética aplicáveis à indústria portuguesa: Um enquadramento tecnológico sucinto*. Direcção Auditoria Indústria da ADENE. Portugal.

Tanaka, K. (2008). *Assessment of energy efficiency performance measures in industry and their application policy*. Energy Policy 36(2008), 2887-2902.

Tanaka, K. (2011). *Review of policies and measures for energy efficiency in industry sector*. Energy Policy 39(2011), 6532-6550.

Thollander, P. (2010). *An interdisciplinary perspective on industrial energy efficiency*. Applied Energy 87(2010), 3255-3261

UNEP - United Nations Environmental Protection (2011). *Towards a Green Economy - Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication*. Genebra, Switzerland.

UNIDO - United Nations Industrial Development Organization (2008). *Policies for promoting industrial energy efficiency in developing countries and transition economies*. Vienna, Austria.