



**João André Estima  
Santos Paula**

**As TIC na promoção da eficiência energética  
industrial**



**João André Estima  
Santos Paula**

**As TIC na promoção da eficiência energética  
industrial**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, realizada sob a orientação científica do Prof. Doutor Nelson Amadeu Martins e do Prof. Doutor José Paulo Santos, ambos Professores Auxiliares do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro.

Dedico este trabalho final a todos aqueles que cruzaram o meu caminho ao longo deste percurso académico.

Dedico-me a mim mesmo aos que ficaram...

## **O júri**

Presidente

**Prof. Doutor Robertt Angelo Fontes Valente**  
Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro

Arguente

**Prof. Doutor Joaquim Borges Gouveia**  
Professor Catedrático do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro.

Orientador

**Prof. Doutor Nelson Amadeu Martins**  
Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro.

Co-orientador

**Prof. Doutor José Paulo Santos**  
Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro.

## Agradecimentos

Agradecer a muita gente acaba por ser uma tarefa ingrata. É difícil catalogar as pessoas no que diz respeito ao modo como contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho. Todas elas foram importantes, todas elas foram vitais de certa maneira. É que qualquer trabalho nunca é feito por uma só pessoa. Eu posso ser essa só pessoa, mas fica aqui o meu muito obrigado a todas as outras.

Em primeiro lugar, é preciso salientar a contribuição do Professor Doutor José Paulo Santos, Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Mecânica, pela sua disponibilidade e ajuda. Sem essa disponibilidade e ajuda, qualquer aspecto relacionado com o SIGENet, e muitos aspectos desta dissertação, nunca teriam sido realizados em tempo útil.

Em segundo lugar, ao Eng. Pedro Carvalho e ao Sr. Elói Tavares Abrantes, meu tutor de estágio do Programa GALP 20 20 20, e Director da Cerâmica das Quintãs Lda., respectivamente. Sem os conselhos do primeiro, e a confiança depositada do segundo, o SIGEN nunca teria visto a luz do dia da forma que viu.

Em terceiro lugar, ao meu orientador, o Professor Doutor Nelson Martins, Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Mecânica, não só por ter sido meu orientador e me ter dado a oportunidade de fazer parte do Programa GALP202020, mas, sobretudo, pelos conselhos que me deu para a vida profissional que se me depara no final desta etapa, através do seu exemplo.

Em quarto lugar, ao Professor Doutor Joaquim Borges Gouveia, Professor Catedrático do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial, pela simpatia, contributo e disponibilidade no que diz respeito ao Programa GALP 202020 e ao PCEEE – Portugal em Conferência para uma Economia Energeticamente Eficiente.

Em quinto lugar, ao meu grande amigo Alexandre Peralta, aluno de Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica, pela disponibilidade incondicional em ajudar-me numa área que é mais dele que minha. As minhas amigas Catarina Almeida e Patrícia Lapa, de Design e Novas Tecnologias da Comunicação, respectivamente, pela criação dos logótipos do SIGEN.

Em sexto lugar, ao Eng. António Marrafa da CIRE S.A. pela disponibilidade ao longo do desenvolvimento do SIGENet.

E nos últimos lugares, mas os mais importantes de todos, aos meus amigos, irmãos de coração, que criei neste curso, e que são o que de melhor ele teve, e ainda à Sílvia, pela paciência e por todo o tempo que não lhe dediquei por causa desta dissertação.

Por fim, àqueles que sempre lá estiveram antes de todos os outros e sempre vão estar, nas horas boas e nas más, quando eu quiser e, especialmente, quando eu não quiser. Eles são a minha santíssima trindade, o meu irmão, sangue do meu sangue, a minha mãe, mulher da minha vida, e o meu pai, o orgulho de qualquer filho que começou há pouco tempo a ser um homem.

A todos, muito obrigado!

## **Palavras-chave**

Revolução digital, gestão de energia, TIC, simulador, relatórios, eficiência energética, monitorização online, web, rede inteligente de energia, análise, integração de funcionalidades

## **Resumo**

No contexto da nova Revolução Digital, as diferentes Tecnologias da Informação e Comunicação têm desempenhado um papel preponderante no desenvolvimento da sociedade como a conhecemos. A sua integração nos processos e tecnologias de produção, fornecimento, e consumo de energia, tem-se mostrado vital para o desenvolvimento socioeconómico, aliado ao cumprimento das metas estabelecidas pelas várias organizações governamentais no sentido de diminuir as emissões de Gases de Efeito de Estufa e garantir o fornecimento mundial de energia.

No entanto, vários desafios têm surgido na integração destas tecnologias às redes actuais de energia e esforços são ainda necessários, já que a situação energética actual é grave e o mundo encontra-se submerso numa crítica recessão económica, onde a retenção de custos tem sido prioridade máxima das Empresas e dos organismos corporativos.

O presente trabalho propõe-se divulgar o panorama actual e principais tendências no desenvolvimento e integração das TIC nos processos de eficiência energética de todos os sectores da actividade humana, propondo uma solução para os problemas encontrados no sector industrial.

Esta solução tem como contexto a utilização da internet, e serviços de informação, para criar um portal online de gestão de energia que permita fundamentar diversas opções de melhoria de eficiência energética dentro de uma Instalação consumidora.

Este livro é composto por uma revisão do tema em análise (panorama actual, trabalhos a decorrer e desafios a ultrapassar), a descrição da solução proposta, o projecto dessa solução, e a aplicação com sucesso do projecto a duas Empresas reais. No final, ainda se tecem as principais conclusões e trabalho futuro.

**Keywords**

Digital Revolution, energy management, ICT, simulator, reports, energy efficiency, online monitoring, web, smart energy network, analysis, functionality integration

**Abstract**

In the field of the new Digital Revolution, the different Information and Communication Technologies have been fulfilling a preponderant role in the society development, as we know it. Their integration in energy production, delivering and consumption processes is vital to socioeconomic development, and to fulfilling the objectives established by the multiple government agencies on carbon emissions and global energy demand.

However, many challenges have arisen in the integration of these technologies to the present energy networks. Efforts are necessary to overcome these obstacles in spite of low investment policies in every Company due to the present global economic crisis.

This paper proposes to disclose the current landscape and key trends in the development and integration of ICT in energy efficiency in all sectors of human activity, proposing a solution to the problems encountered in industry.

This solution involves the use of internet and information services, to create a portal that allows energy management support and various options for improving energy efficiency within a consumer installation.

This book consists of a review of the topic under consideration (current landscape, work in progress and remaining challenges), the description of the proposed solution, the project solution, and the successful implementation of the project to two real companies, major conclusions and future work.







# Índice

## **ÍNDICE DE FIGURAS** **XVIII**

---

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
1.1. ENQUADRAMENTO	1
1.2. OBJECTIVOS, ORGANIZAÇÃO E CONTRIBUTO DA DISSERTAÇÃO	6
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>9</b>
2.1. PANORAMA ACTUAL	10
2.1.1. REDE ELÉCTRICA:	10
2.1.2. SECTOR DOS EDIFÍCIOS:	12
2.1.3. SECTOR INDUSTRIAL:	13
2.1.4. SECTOR DOS TRANSPORTES:	13
2.1.5. SECTOR RESIDENCIAL:	14
2.1.6. SECTOR DAS TELECOMUNICAÇÕES:	15
2.1.7. CONCLUSÕES:	16
2.2. REDES INTELIGENTES DE ENERGIA	16
2.2.1. INTERNET E EQUIPAMENTOS DE MONITORIZAÇÃO:	18
2.2.2. MICROREDES E UNIDADES DE PRODUÇÃO VIRTUAIS:	21
2.2.3. O PROJECTO INOVGRID:	23
2.3. CONCLUSÕES	25
<b>3. SOLUÇÃO PROPOSTA</b>	<b>27</b>
3.1. INTERNET E APLICAÇÕES <i>WEB</i>	28
3.2. AQUISIÇÃO DE DADOS EM TEMPO REAL	31
3.3. RELATÓRIOS DE ANÁLISE DE FACTURAS DE ENERGIA E PRODUÇÃO	33
3.4. PLATAFORMA DE CONHECIMENTO E COMUNICAÇÃO	36
3.5. CONCLUSÕES	38
<b>4. CONCRETIZAÇÃO DA SOLUÇÃO PROPOSTA</b>	<b>41</b>
4.1. PORTAL <i>WEB</i>	41
4.2. DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO	42
4.3. GERADOR <i>ONLINE</i> DE RELATÓRIOS	43
4.3.1. RELATÓRIO ELECTRICIDADE	46
4.3.1.1. Optimização de Potências e Energia Activa consumida:	49
4.3.1.2. Optimização de Energia Reactiva consumida:	50
4.3.1.3. Conclusões:	54



4.3.2.	RELATÓRIO COMBUSTÍVEIS:	56
4.3.3.	RELATÓRIO ANUAL:	58
<b>4.4.</b>	<b>DOWNLOAD DE SIMULADOR DE GESTÃO DE ENERGIA</b>	<b>59</b>
4.4.1.	SIGEN – PLANO DE ACÇÃO:	61
4.4.2.	SIGEN – ELECTRICIDADE:	63
4.4.3.	SIGEN – COMBUSTÍVEIS:	63
4.4.4.	SIGEN – RELATÓRIO ANUAL:	64
4.4.5.	SIGEN – EVOLUÇÃO E LEGISLAÇÃO:	65
<b>5.</b>	<b>CASOS DE ESTUDO</b>	<b>67</b>
5.1.	ELECTRICIDADE	68
5.2.	COMBUSTÍVEIS	69
5.3.	RELATÓRIO ANUAL	70
5.4.	PLANO DE ACÇÃO	71
5.5.	EVOLUÇÃO E LEGISLAÇÃO	75
<b>6.</b>	<b>CONCLUSÕES GERAIS E TRABALHO FUTURO</b>	<b>77</b>
6.1.	PORTAL ONLINE DE GESTÃO DE ENERGIA	79
6.2.	AQUISIÇÃO DE DADOS EM TEMPO REAL	80
6.4.	ELECTRICIDADE E MERCADO LIBERALIZADO	81
6.5.	COMBUSTÍVEIS	81
6.6.	PLANO DE ACÇÃO	81
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>83</b>
<b>7.</b>	<b>ANEXO A : SIGENET</b>	<b>87</b>
<b>8.</b>	<b>ANEXO B : SIGE</b>	<b>91</b>
8.1.	SIGENET – ELECTRICIDADE	91
8.1.1.	RELATÓRIO – ELECTRICIDADE:	92
8.2.	SIGENET – COMBUSTÍVEIS	94
8.2.1.	RELATÓRIO COMBUSTÍVEIS:	95
8.3.	SIGENET – RELATÓRIO ANUAL	97
8.3.1.	RELATÓRIO ANUAL:	97



<b>9. ANEXO C : SIGEN V 1.1</b>	<b>101</b>
9.1. SIGEN – PLANO DE ACÇÃO	101
9.2. SIGEN – ELECTRICIDADE	105
9.3. SIGEN – COMBUSTÍVEIS	108
9.4. SIGEN – RELATÓRIO ANUAL	111
9.5. SIGEN – EVOLUÇÃO E LEGISLAÇÃO	114
<b>10. ANEXO D : MÓDULO FÁBRICA</b>	<b>120</b>



# Índice de Figuras

FIGURA 1 – PROJECTOS DE REDES INTELIGENTES DE ENERGIA NOS ESTADOS MEMBROS DA UNIÃO EUROPEIA.....	17
FIGURA 2 – LOGÓTIPO DO SIGENET .....	41
FIGURA 3 – TRIÂNGULO DE POTÊNCIAS .....	51
FIGURA 4 – ESQUEMA DA COMPENSAÇÃO DO FACTOR DE POTÊNCIA POR BATERIAS DE CONDENSADORES .....	52
FIGURA 5 – LOGÓTIPO DO SIGEN .....	60
FIGURA 6 – CERÂMICA DAS QUINTÁS LDA. ....	67
FIGURA 7 – CIRES S.A. ....	67



# 1. Introdução

## *A nova Era*

Olhando para os anos que se seguiram à era industrial, iniciada com a Revolução Industrial<sup>1</sup>, e alicerçada nas culturas tecno-elitistas do séc. XIX (EUA, UE, Japão, Austrália, etc.), consegue-se descortinar uma mudança do paradigma social.

A evolução social fez a sociedade passar de uma situação industrial, altamente produtora de bens materiais, para uma situação pós-industrial, ferozmente consumidora de serviços, isto é, mensagens entre indivíduos.

A esta mudança de paradigma podemos chamar Revolução Digital.

No contexto da Revolução Digital, as diferentes Tecnologias da Informação e Comunicação têm desempenhado um papel preponderante no desenvolvimento da sociedade como a conhecemos, e a sua integração nos processos e tecnologias de produção, fornecimento, e consumo de energia, tem-se mostrado vital para o desenvolvimento socioeconómico, aliado ao cumprimento das metas estabelecidas pelas várias organizações governamentais no sentido de diminuir as emissões de Gases de Efeito de Estufa (GEE) e garantir o fornecimento mundial de energia.

No entanto, vários desafios têm surgido na integração destas tecnologias às redes actuais de energia e esforços são ainda necessários, já que a situação energética actual é grave e o mundo encontra-se submerso numa crítica recessão económica, onde a retenção de custos tem sido prioridade máxima das Empresas e dos organismos corporativos.

Com o objectivo de contextualizar o presente trabalho, segue-se um resumido enquadramento deste tema.

## 1.1. Enquadramento

Assim como a máquina de vapor foi o gatilho que fez disparar a Revolução Industrial, o computador foi o gatilho da Revolução Digital, e, do mesmo modo que os caminhos-de-ferro e a locomotiva a vapor foram um avanço totalmente novo e inesperado para a

---

<sup>1</sup> A Revolução Industrial consistiu num conjunto de mudanças tecnológicas, iniciadas na Inglaterra nos finais do séc. XVIII, com a invenção do motor a vapor por James Watt em 1785, e foi determinante na sociedade e na economia mundial a partir do séc. XIX. (DRUCKER - Além da Revolução da Informação)



Revolução Industrial, também a Internet acabou por transformar a economia e a sociedade humana, de uma forma sem precedentes. [Drucker;2000]

Enquanto o computador veio trazer consigo uma nova visão nos processos tradicionais de todas as áreas da sociedade humana, quebrando as barreiras entre as tarefas de concepção e de execução, do trabalho intelectual e do trabalho manual ou maquinal, a Internet, juntamente com o desenvolvimento de outras diferentes formas de transmitir informação, como a televisão, o telefone, ou o rádio, deram origem à globalização. [Infopedia;2003]

Com a globalização, na geografia mental humana, a distância, outrora dominada aquando a Revolução Industrial, simplesmente deixou de existir. [Drucker;2000]

Ao produzir, transmitir e processar informação na forma digital, eliminaram-se fronteiras. Expressões como “sociedade da informação” ou “aldeia global” tornaram-se designações populares para esta nova era digital onde existe uma força de trabalho virtual que pode ser contratada em qualquer parte do mundo, levando a que os negócios sejam feitos globalmente. [Keil et al.;2001.Zanasi;2005]

Em virtude desta mudança, o mercado passou de local para global, tornando-se significativamente mais competitivo e gerando um ambiente de risco para muitas organizações, já que a difusão da informação passou a ter uma dimensão política e a intervir nas correntes de capitais e na orientação da opinião pública. [Patrocínio;2001]

Deste modo, as tecnologias de informação e comunicação que surgiram como consequência da revolução tecnológica digital, vulgarmente designadas de TIC<sup>2</sup>, foram responsáveis, e têm vindo a ser determinantes, por mudanças significativas, gerando consequentemente imensos desafios nos domínios da aquisição e produção da informação e do conhecimento, nomeadamente na expansão das indústrias e actividades ligadas à electrónica e às telecomunicações, ou em novos sectores como a robótica ou a burótica que sustentam investigação em áreas novas do saber, como é o caso da Inteligência Artificial e a Realidade Virtual. [Patrocínio;2001]

A difusão das correntes de informação implicou uma mudança nos recursos económicos ao trocar os trabalhadores industriais com funções tradicionais, por

---

<sup>2</sup> Das TIC fazem parte não só o computador e a internet, mas ainda outros métodos de comunicar que dependem do desenvolvimento dos telemóveis, das televisões, das tecnologias digitais de captação e tratamento de imagens e som, ou ainda das tecnologias de acesso remoto como é o caso do Wi-Fi e do Bluetooth. (INFOPEDIA - Revolução da Informação)



trabalhadores com funções de recolha, processamento e distribuição da informação. [Energy;2008]

Tal representou, para a sociedade, uma saída inesperada para a questão estrutural da degradação do meio ambiente e da consequente gestão de consumos de energia. Isto porque, com a produção desmesurada de bens e serviços que procedeu a Revolução Industrial, os consumos de energia alcançaram máximos nunca antes vistos, muito em parte devido ao aparecimento do consumo de energia eléctrica com a queima de carvão, e, mais tarde, na era pós-industrial, com a descoberta do petróleo e das suas potencialidades para alimentar os novos processos e máquinas que foram surgindo. [Energy;2008]

O aumento de consumo de energia, aliado ao desenvolvimento tecnológico, fez com que a sociedade associasse o desenvolvimento económico ao consumo energético, o que tornou o mercado da energia no mercado mundial mais importante de todos os mercados e trouxe consequências desastrosas para o meio ambiente.

Para além dos graves problemas ambientais, os históricos choques petrolíferos da década de 70 vieram mostrar que existem graves deficiências ao nível da distribuição e fornecimento de energia, já que ele é garantido por um pequeno conjunto de fornecedores que têm de colmatar uma necessidade de consumo cada vez maior.

Este aumento no consumo é, em parte, devido ao aumento do consumo nos países com um elevado crescimento da economia fora da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE), como é o caso da China e da Índia que têm vindo a progredir no sentido de adoptar meios de vida energeticamente mais consumidores. [Energy;2008]

Todos estes problemas, associados a uma escalada constante dos preços nos combustíveis fósseis, colocaram a energia numa situação em que dificilmente poderá não ser considerada como um importante factor de produção, especialmente no sector da Indústria, já que a sua ineficaz utilização não só resulta num desperdício financeiro como também no desperdício de recursos naturais finitos. [Gaspar;2004]

Neste contexto, no dia 15 de Março de 1999 foi ratificado o Protocolo de Quioto<sup>3</sup> da Convenção Quadro das Nações Unidas para as Alterações Climáticas, que tem como objectivo quantitativo a redução das emissões de GEE em 20%, a melhoria da eficiência energética em

---

<sup>3</sup> Segundo este protocolo, Portugal, e todos os Estados-Membros da União Europeia estabeleceram um Acordo de Partilha de Responsabilidades para a redução colectiva de 8% dos GEE no período entre 2008 e 2012, relativamente às emissões verificadas em 1990. Segundo esse Acordo, Portugal passou a ter como meta não ultrapassar em mais de 27%, no primeiro período de cumprimento do Protocolo de Quioto, as emissões de GEE registadas em 1990. (ENERGY - BP Statistical Review of World Energy)



20%, e o aumento da contribuição das renováveis em 20% no *mix* energético, para o ano de 2020. [Energy;2008]

Para além deste Protocolo, a Comissão Europeia, nas últimas décadas, tem sido pioneira no sector energético, ao levar a cabo diversas iniciativas<sup>4</sup> para erradicar os impactos ambientais e manter, ao mesmo tempo, a segurança do abastecimento energético na Europa. [Energy;2008]

Com os exemplos acima citados, percebe-se o enfoque que as diferentes organizações governamentais têm dado à questão energética. Na tentativa de cumprir com os objectivos a que se comprometeram, esforços têm sido desenvolvidos na área do aproveitamento de fontes de energia renovável, na produção descentralizada de energia, e na utilização racional de energia.

No que diz respeito às fontes de energia renovável, só entre 2004 e 2008, a área da energia eólica cresceu quase três vezes mais e a área da energia fotovoltaica 16 vezes mais, devido, sobretudo, a medidas governamentais. [Moe;2010]

No ano de 2006, o Mercado mundial de energia renovável tinha crescido 26% em comparação com o ano anterior e, em 2007, o mercado das turbinas eólicas tinha crescido 30%. [Moe;2010]

Em 2008, pela primeira vez na História, A Europa e os EUA aumentaram mais as suas capacidades de energia renovável do que as suas capacidades em combustíveis fósseis. [Moe;2010]

Actualmente, com 20% de investimentos globais totais, os EUA são os líderes nas energias renováveis, possuindo mais de 30% da capacidade eólica do mundo, mas estão a ser rapidamente igualados pela China que, no ano de 2008, já tinha duplicado as suas capacidades de aproveitamento de energia eólica pelo quinto ano consecutivo. [Moe;2010]

Já a produção descentralizada de energia, ou microgeração, refere-se à possibilidade de o consumidor, particular ou Empresa, poder produzir a sua própria energia, recorrendo para tal a equipamentos de energia renovável de pequena escala, como por exemplo painéis

---

<sup>4</sup> Destas iniciativas fazem parte o estabelecimento de políticas energéticas, como o Esquema de Comercialização de Emissões e a Directiva dos Serviços Energéticos, que entrou em vigor no ano de 2006 e estabelece que cada Estado Membro é obrigado a delinear um Plano de Acção de Eficiência Energética. (PALM;THOLLANDER - An interdisciplinary perspective on industrial energy efficiency)





solares, microturbinas, microeólicas ou minihídricas que, pela sua própria tecnologia, estão relacionados com o crescente desenvolvimento no aproveitamento de fontes renováveis.

Para além da explosão no aproveitamento de recursos renováveis, pressupondo que a importação de recursos energéticos não renováveis é inevitável, não restam dúvidas que a vertente a explorar reside na utilização racional da energia. [Gaspar;2004]

A utilização racional da energia veio alterar decisivamente a forma de encarar a evolução socioeconómica, demonstrando ser possível crescer sem aumentar os consumos de energia ou afectar a qualidade da produção. [Gaspar;2004]

Com este crescimento associado ao desenvolvimento das TIC, esta evolução socioeconómica ficou assim demonstrada que resulta de duas revoluções determinantes: uma tecnológica e uma energética.

As transformações em direcção à sociedade da informação, em estágio avançado nos países industrializados, constituem uma tendência dominante mesmo para economias menos industrializadas, mas o enfoque na tecnologia alimenta a visão errada do determinismo tecnológico segundo o qual esta nova sociedade digital resulta exclusivamente da tecnologia, segue uma lógica técnica e, portanto, neutra, fora da interferência de factores sociais e políticos. [Patrocínio;2001]

No entanto, todos os processos sociais e transformações tecnológicas resultam de uma interacção complexa entre factores sociais pré-existentes, como é o caso do governo, da criatividade, do espírito empreendedor, e das condições de pesquisa científica.

[Patrocínio;2001]

Enquanto reduzir custos tem vindo a ser a principal motivação mundial actual nestes tempos de crise, espera-se que a fusão entre as TIC e a Gestão de Energia não só contribua para a redução da intensidade energética e o aumento da eficiência energética, mas também modernize a economia e crie, através da inovação, novas oportunidades de negócio, contribuindo assim para um crescimento socioeconómico sustentável.

Neste sentido, vários projectos estão a decorrer a nível mundial e muitos outros já finalizaram com conclusões diversas que provam que a integração das TIC, principalmente na área das redes inteligentes de energia, tem um elevado impacto no aumento da eficiência energética global e na dinamização do fornecimento e consumo de energia.

Contudo, existem vários desafios que têm de ser ultrapassados para que esse impacto seja ainda maior.



## 1.2. Objectivos, organização e contributo da dissertação

No contexto do que foi referido, a presente dissertação propõe-se, no segundo capítulo, a uma **revisão bibliográfica do tema em análise**, com enfoque sobre o contributo das TIC para o aumento da eficiência energética, através de projectos finalizados e actualmente em curso, e quais os desafios mais prementes.

No terceiro capítulo, a presente dissertação propõe-se ainda a **teorizar uma solução para superar os desafios encontrados** na integração das TIC ao sector industrial, na área da eficiência energética. Esta solução diz respeito ao desenvolvimento do conceito “Portal Online de Gestão de Energia” cujos objectivos são:

1. **Informar o industrial** sobre o portfolio de tecnologias que tem ao seu dispor;
2. **Analisar os consumos energéticos** de uma instalação consumidora;
3. **Propor medidas correctivas** e analisá-las economicamente e tecnologicamente;
4. **Contribuir para a dinamização do sistema de comunicação** entre todos os intervenientes no processo de produção, transporte, e consumo de energia;
5. Fornecer ao industrial **ferramentas digitais, a custo zero**, que permitam auxiliar o processo de análise de consumos e situações de melhoria ambiental e económica.

A materialização deste conceito é demonstrada no quarto capítulo com o **desenvolvimento do SIGENet**, um *software online* de tratamento de históricos de consumos com vista à implementação de tecnologias que aumentem a eficiência energética de uma Empresa e informem o consumidor sobre mudanças possíveis no seu comportamento energético.

Este *software*, suas limitações e vantagens, são demonstrados no quinto capítulo, com recurso a **dois casos de estudo em Empresas** industriais de sectores de actividade diferentes: *A Cerâmica das Quintãs Lda.* e a *CIRES S.A.*

Finalmente, no sexto capítulo, tecem-se as **conclusões finais** e propõe-se ainda, **trabalho futuro**, no sentido de melhorar o *software* desenvolvido e otimizar ferramentas na área das TIC que permitam, directa e indirectamente, o aumento da eficiência energética de uma instalação consumidora.

Salienta-se que, sempre que necessário, ao longo da dissertação serão explicados certos temas e fundamentadas várias opções, de modo a contextualizar com maior precisão todo o trabalho desenvolvido.



Espera-se, deste modo, que esta dissertação dê a conhecer, critique e fundamente, o potencial que as TIC têm nos objectivos actuais mundiais de racionalização do consumo de energia, na produção descentralizada de energia, e na diminuição das emissões de gases de efeito de estufa.

Espera-se também que, ao sugerir uma abordagem aos problemas encontrados na integração das TIC à eficiência energética industrial, se cumpra com todos os objectivos anteriormente numerados.

Ao materializar essa abordagem sob a forma de um portal na internet, espera-se demonstrar, com as respectivas conclusões, que os objectivos foram cumpridos na sua totalidade.

Ainda, ao explicar como esta solução foi desenvolvida, e o seu âmbito, espera-se que a dissertação contribua como rampa de lançamento para projectos mais ambiciosos nesta área.





## 2. Revisão Bibliográfica

### *As Tecnologias da Informação e Comunicação ao serviço da Energia*

É uma certeza que as Tecnologias da Informação e Comunicação estão a ter um papel fundamental nas mudanças que têm vindo a ocorrer na nossa sociedade, mas será que esse papel vai de encontro às metas a que se comprometeram todos os países para a redução das suas emissões? De que maneira é que a integração das TIC, nas mais diversas áreas da sociedade humana, possibilita um aumento da eficiência energética e uma redução no consumo de energia fóssil?

Apesar da crise económica que se vive no mundo, de acordo com os relatórios da OCDE, os serviços e os *softwares* de comunicação e informação têm vindo, e continuarão, a crescer, em conjunto com os novos produtos e infra-estruturas relacionados com a internet e as comunicações.

Prova deste crescimento é a crescente integração das TIC nos processos produtivos, na gestão da qualidade, marketing, logística, e serviços adaptados ao cliente. [Ugarte;2005]

Enquanto reduzir custos tem vindo a ser a principal motivação do tecido Empresarial actual, nestes tempos de crise espera-se que a fusão entre as TIC e a Gestão de Energia não só contribua para a redução da intensidade energética e o aumento da eficiência energética, mas também modernize a economia e crie, através da inovação, novas oportunidades de negócio, contribuindo assim para um crescimento socioeconómico sustentável.

Neste capítulo, a metodologia de investigação no tema passou pelo estudo do estado actual da integração das TIC nos mais diversos sectores da sociedade e o seu papel na gestão de energia, abordando a questão actual das redes inteligentes e microredes de energia, com enfoque nos equipamentos de monitorização e controlo em tempo real, e finalizando com a análise de diversos projectos, concluídos e em curso, que têm vindo, e estão, a ir de encontro aos desafios que ainda existem por solucionar no desenvolvimento energético, sustentado pelo progresso das TIC.



## 2.1. Panorama actual

É um facto que o investimento no desenvolvimento das TIC já provou ter um impacto positivo no crescimento da economia e da produtividade, contudo a relação entre o investimento nas TIC, e as obrigações energéticas, acaba por ser uma faca de dois gumes. [Cho et al.;2007] Isto porque as TIC precisam de electricidade para funcionar, por isso, a instalação e operação de novo equipamento aumenta o consumo de energia eléctrica.

Actualmente, a energia eléctrica consumida pelas diferentes tecnologias da informação e comunicação corresponde a 2% das emissões totais globais de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) equivalente para a atmosfera e a 40% do consumo mundial de energia eléctrica requisitada à rede. [Technology;2010]

Basta imaginar, por exemplo, a quantidade de electricidade que tem de ser consumida para manter a internet operacional apenas durante um dia. [Romm;2002]

No entanto, já há dez anos atrás, o CECS (*Center for Energy and Climate Solutions*) examinara a relação entre o crescimento económico e a tendência do consumo de energia, e chegara à conclusão que as TIC poderiam alterar permanentemente esta histórica relação ao diminuir o consumo de energia, potenciando o crescimento económico em todos os sectores. [Romm;2002]

De seguida descrevem-se as principais áreas de integração das TIC para a gestão de energia, e qual o seu estado actual, de modo a entender como esta diminuição do consumo é, ou pode ser, diminuída:

### 2.1.1. Rede Eléctrica:

A rede eléctrica pode ser dividida em rede de transmissão e de distribuição. Uma rede de transmissão normalmente consiste em linhas de elevada tensão, feitas de modo a transferir energia dos principais produtores para as áreas de consumo. As redes de distribuição, normalmente, distribuem a energia das redes de transmissão para os clientes finais. [Gaspar;2004]

Actualmente, na maioria das redes de distribuição, os clientes finais podem ter a energia eléctrica que querem às horas que precisam porque os geradores dos fornecedores são flexíveis o suficiente para garantir estas flutuações de electricidade requisitada à rede. [Crossley et al.]



No entanto, a energia eléctrica é produzida em centrais com maiores ou menores custos de produção, conforme a potência que, num dado momento, é requisitada à rede eléctrica, daí que o custo de produção de energia eléctrica dependa da hora a que é produzida. [Crossley et al.]

De acordo com a potência máxima que é requisitada à rede – Potência Contratada – os consumidores dividem-se em quatro grupos:

1. Baixa Tensão: Normalmente, utilizadores domésticos. [Edp;2010b]
2. Média Tensão: Os consumidores em regime de Média Tensão pertencem a uma multiplicidade de sectores industriais. O regime divide-se em quatro períodos horários: Horas Cheias, de Ponta, de Vazio Normal e Supervazio. Subdivide-se ainda em três opções tarifárias: tarifa de curtas utilizações, de médias utilizações e de longas utilizações. [Edp;2010b]
3. Alta Tensão: Normalmente, indústrias siderúrgicas, grandes hospitais, indústrias da celulose, de plásticos, de adubos, ou serviços energéticos, entre outros. [Edp;2010b]
4. Muito Alta Tensão: Normalmente, transportes ferroviários, indústrias automóveis, indústrias de celulose, ou indústrias de extracção mineira, entre outros. [Edp;2010b]

Assim, o sistema produtor tem capacidade para produzir electricidade quando ela é mais precisa e fornecê-la a todos os consumidores, mas o que garante que esta flexibilidade é assegurada são, por exemplo, centrais nucleares, turbinas a gás de ciclo combinado, ou geradores a carvão, o que contradiz todas as metas impostas pelas organizações governamentais para a supressão de emissões de CO<sub>2</sub>. [Crossley et al.]

Para além disto, a rede de electricidade do futuro terá de suportar consumos muito mais elevados que os de agora devido precisamente ao abandono do consumo de combustíveis fósseis e às necessidades de aquecimento e transporte mundiais. Estimativas apontam que no ano 2040 as necessidades eléctricas mundiais sejam o quádruplo das actuais. [Crossley et al.]

Espera-se assim, que as TIC desempenhem um papel fundamental na gestão das redes eléctricas do futuro ao promover a diminuição do consumo de combustíveis fósseis e a assegurar a flexibilidade da procura.



### 2.1.2. Sector dos Edifícios:

No caso do sector dos edifícios, que engloba não só a energia eléctrica mas também a energia térmica, maioritariamente usada para processos de climatização, a implementação das TIC veio mudar os negócios e as suas actividades de um modo que reduz o consumo de energia na oferta dos seus produtos e serviços. [Romm;2002]

Se uma Empresa coloca os seus produtos à venda na internet em vez de construir novos estabelecimentos comerciais, isso traduz-se numa diminuição do consumo de energia, ou, se os produtores colocarem os seus fornecimentos ou inventários na internet, problemas como sobreprodução, falhas de transacções de documentos em papel, ordens confundidas, entre outros, são evitados, aumentando a produção e os lucros, ao mesmo tempo que se diminui o consumo energético. [Romm;2002]

Um exemplo disto diz respeito à *Dell*, Empresa de *hardware*, que, entre 1990 e 1998 cresceu consideravelmente ao mover as suas operações para a internet. As suas vendas aumentaram 36% mas os seus espaços físicos (edifícios e fábricas) aumentaram apenas 4%. [Romm;2002]

Já a *IBM*, outra conhecida Empresa de tecnologia, usou a internet para aumentar a comunicação entre fábricas, departamentos de marketing e departamentos de vendas. Se uma fábrica não conseguia cumprir com a sua agenda de produção, ou se a procura aumentasse de repente, a *IBM* aumentava imediatamente a produção noutra fábrica. [Romm;2002]

No ano de 1998, este dinamismo na comunicação tinha já poupado à Empresa 500 milhões de dólares. [Romm;2002]

Estes exemplos, apesar de serem da década passada, mostram o quanto as TIC já alteraram os métodos empresariais, principalmente a internet. [Romm;2002]

Actualmente, são poucas as Empresas que são suficientemente competitivas localmente e não estão na internet. No caso das Empresas mundiais, o caso ainda é mais flagrante já que não há uma única que não tenha expressão na internet. [Romm;2002]

Para além disso, a relação entre o trabalhador e a Empresa, também mudou. Muitos trabalhadores, estando digitalmente conectados, podem ficar em casa ou noutros espaços, sendo assim desnecessário construir edifícios de escritórios ou vendas que, pela sua própria condição, consomem energia. [Romm;2002]





Só no ano de 2007, nos Estados Unidos, estas mudanças nos espaços profissionais, e na digitalização de produtos, foram suficientes para evitar 1,5 biliões de metros quadrados em espaço de vendas e escritórios, e um bilião de metros quadrados em armazéns. [Emea;2009]

As poupanças energéticas associadas à construção e manutenção destes espaços evitados foram de 53 biliões de kWh, o que equivale a uma poupança de 67 biliões de metros cúbicos normais de gás natural e 35 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente para a atmosfera num ano. [Emea;2009]

Por outro lado, enquanto as pessoas passarem mais tempo em casa, evitam viagens desnecessárias para reuniões, ao usar a teleconferência, ou para comprar produtos, ao usar serviços de encomendas *online*. [Romm;2002]

Assim, independentemente do sector, a digitalização dos recursos, serviços e produtos, propiciada pelas TIC, veio promover a desmaterialização dos edifícios reservados ao trabalho e às vendas, e uma conseqüente poupança de energia global que se torna significativa no panorama actual.

### **2.1.3. Sector Industrial:**

No sector da Indústria, estudos anteriores já vieram mostrar que muitas medidas de melhoria de eficiência energética relacionadas com as TIC nunca chegam a ser implementadas. Isto porque a energia continua a ter um preço relativamente baixo quando comparada com outros custos de produção, como é o caso das matérias-primas. [Palm et al.;2010]

Para além disso, muitas das medidas de eficiência energética só têm vantagens a longo prazo, os industriais estão pouco informados sobre as possibilidades que existem na integração das TIC aos seus processos fabris, e equipamentos, e muitos ainda adoptam uma postura industrial retrógrada com procedimentos e rotinas que não beneficiam em nada a eficiência energética. [Palm et al.;2010]

### **2.1.4. Sector dos Transportes:**

Já no sector dos transportes, as conclusões de vários estudos mostram que, mesmo nos melhores casos, as TIC não são o factor chave para a estabilização do sector, sendo o



preço da energia, entre outros, um factor muito mais determinante para a evolução do mesmo. [Hilty et al.;2006]

Para além disso, a poupança energética que indirectamente resulta da integração das TIC na sociedade não é clara. Isto porque, por um lado, as TIC fomentam o aumento do consumo de combustível, ao, por exemplo, aumentar o número de frotas de navios e aviões devido às encomendas *online*, e, por outro, diminuem esse consumo ao permitirem às pessoas passar mais tempo em casa e não utilizar veículos. [Romm;2002]

Contudo, os mesmos estudos indicam que as TIC contribuem para uma diminuição do transporte individual e para um aumento dos transportes públicos, o que pode evitar entre 10 a 19% do tráfego automóvel em 2020 e, naturalmente, levar a uma diminuição elevada no consumo de combustíveis fósseis. [Hilty et al.;2006]

#### **2.1.5. Sector Residencial:**

No sector residencial poucos estudos têm sido feitos sobre os impactos das TIC, mas a relevância política deste tema tem vindo a ser reconhecida, uma vez que a fatia de consumo eléctrico pelas TIC no sector pode crescer para 50% nas próximas décadas se acções preventivas não forem tomadas. [Røpke et al.;2010]

Para cada aplicação das TIC no sector residencial, o aumento do consumo directo e indirecto de electricidade pode parecer negligenciável, contudo, quando visto a nível global envolve um impacto considerável na energia total consumida. [Røpke et al.;2010]

Segundo a Agência Internacional para a Energia, os aparelhos electrónicos contribuíram para o maior crescimento no consumo eléctrico residencial e serão uma das maiores parcelas, no consumo dos clientes finais, nos anos que se seguem. [Røpke et al.;2010]

Em 2020 estima-se que o entretenimento, os computadores e os restantes aparelhos representarão 45% da electricidade consumida numa casa. A parte do consumo eléctrico residencial utilizado para estas áreas aumentou de 17% no ano de 1997 para 26% no ano de 2006. [Røpke et al.;2010]

Para combater este impacto, o progresso nas tecnologias emergentes da micro, e nano, electrónica prometem potências computacionais consideráveis por uma fracção da actual energia consumida.

Melhorias tremendas têm sido feitas na área dos ecrãs. Por exemplo, a substituição dos antigos tubos de cátodos pelos LCD (*Liquid Crystal Display*) representa um aumento



considerável na eficiência energética. Já os OLED (*Organic Light Emitting Diodes*) permitirão melhorias ainda maiores. [Enea;2009]

### **2.1.6. Sector das Telecomunicações:**

No que diz respeito à comunicação, é de salientar o contributo do acesso à internet via *wireless* (redes sem fios), através das redes móveis.

O acesso à internet via *wireless* nas telecomunicações tem vindo a crescer anualmente, apesar dos custos de acesso ainda serem elevados. Desta maneira, o acesso à internet sem fios tem crescido a um ritmo muito mais acelerado do que o acesso à internet por cabo, o que leva a admitir que no futuro a maioria dos acessos à internet será *wireless*. [Ajmone Marsan et al.]

Como já referido, o preço da energia é um dos custos que os utilizadores pagam pelo acesso à rede pelo que reduzir o consumo energético da rede traduz-se numa conta mais leve para o cliente final. [Ajmone Marsan et al.]

Enquanto a eficiência energética tem sido um aspecto tradicional na concepção de equipamentos e *hardware*, existe um motivo chave para focar as poupanças energéticas nas redes *wireless* de acesso à internet. [Ajmone Marsan et al.]

Nas redes móveis, o fornecedor do sistema (operador móvel) é responsável por 80 a 90% da energia total consumida. Já no acesso por cabo, apenas cerca de 30% do total de energia consumida está a cargo do operador enquanto os outros 70% são distribuídos pelos clientes finais, sendo cada um deles responsável por uma pequena quantidade de energia consumida. [Ajmone Marsan et al.]

No âmbito da eficiência energética, é muito mais fácil actuar numa rede *wireless*, em que todas as acções de melhoria energética recaem sobre o operador, do que convencer os utilizadores de uma rede por cabo a diminuir o seu já pequeno consumo de energia. [Ajmone Marsan et al.]

Investigações sugerem, contudo, que a coexistência de vários operadores num mercado competitivo não é energeticamente benéfica a não ser que exista uma abordagem cooperativa. [Ajmone Marsan et al.]



### **2.1.7. Conclusões:**

É um facto que o consumo de electricidade mundial irá aumentar no futuro, devido à tendência para o abandono dos combustíveis fósseis e às necessidades tecnológicas futuras.

A integração das TIC a todos os sectores tem contribuído para a diminuição de consumo de energia, no entanto existem ainda desafios a superar.

No sentido de ultrapassar todos os obstáculos e dinamizar todo o sistema de produção, distribuição e consumo de energia eléctrica, estratégias têm vindo a ser desenvolvidas maioritariamente para comprar e vender electricidade, obter dados em tempo real, e otimizar descargas na rede eléctrica. [Bertoldi et al.;2006]

Estas estratégias e tendências serão abordadas de seguida.

## **2.2. Redes inteligentes de energia**

Como actualmente grande parte da produção de electricidade deriva do consumo de combustíveis fósseis, têm de se encontrar alternativas de ajustar a procura à oferta de electricidade, e, ao mesmo tempo, diminuir para zero as emissões de GEE. [Crossley et al.]

O desenvolvimento das TIC, associado à produção descentralizada de energia tem-se mostrado uma solução para este problema. [Crossley et al.]

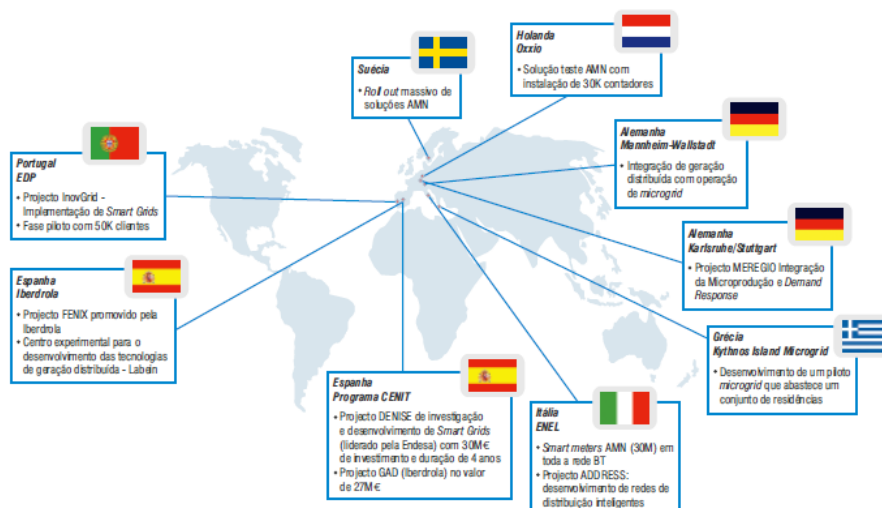
Actualmente, a comercialização de novas tecnologias e a crescente produção descentralizada de energia está a criar um efeito de convergência na desregulação dos mercados, de tal maneira que, o que antes era uma hierarquia centralizada de fornecimento e consumo de energia, começa a ser agora uma autêntica rede energética [Bertoldi et al.;2006] onde os consumidores também são fornecedores, e vice-versa.

Para além disso, o desenvolvimento na era digital para a sucessiva digitalização de funcionalidades, recursos, produtos e serviços, fez com que o conceito de Inteligência como sendo o nome dado ao processo de recolha, tratamento e distribuição de um recurso, fizesse parte do quotidiano. [Crossley et al.]

Assim, conceitos como “casa inteligente”, “tráfego inteligente” ou “cidade inteligente”, são alguns dos termos que descrevem o desenvolvimento das TIC e, em conjunto, existem no âmbito destas novas redes energéticas, vulgarmente chamadas de Redes Inteligentes, ou *Smart Grids*. [Crossley et al.]



A definição de rede inteligente é ambígua, no entanto, de um modo simplista, pode ser considerada como um método de distribuir electricidade entre os mais diversos consumidores, usando tecnologia da informação e sistemas de comunicação que permitem o fluxo bidireccional da energia eléctrica entre consumidor e fornecedor. [Crossley et al.]



**Figura 1** – Projectos de Redes Inteligentes de Energia nos Estados Membros da União Europeia

Na figura acima pode ver-se uma pequena amostra de vários projectos actualmente em curso na União Europeia no âmbito do desenvolvimento e integração das redes inteligentes.

Estes projectos têm obtido várias conclusões no que diz respeito aos potenciais benefícios da criação destas redes inteligentes para a gestão do consumo de energia, contudo, o funcionamento de tais projectos é bastante complexo porque envolve não apenas o lado do fornecedor mas também a participação dos consumidores na produção descentralizada de energia, o que leva a consideráveis implicações técnicas e organizacionais. [Emea;2009]

Uma rede de distribuição não pode continuar a ser passiva e simplesmente ligada a uma rede de transmissão. Em vez disso, todo o sistema tem de ser desenhado e operado como uma unidade integrada. [Emea;2009]

A actual gestão das linhas de transmissão depende da proliferação do uso das Tecnologias da Informação e Comunicação. A criação de microredes, explicadas mais à frente, pode ajudar neste processo. [Emea;2009]



Um dos maiores obstáculos com que estes projectos se deparam é a velhice dos sistemas de transmissão actuais. Investimentos massivos são necessários agora, e nos próximos anos, tanto para substituir as linhas como para reparar problemas de congestão nas redes. [Emea;2009]

As redes de distribuição precisam ser redesenhadas de modo a acomodar a geração descentralizada de energia, e os fluxos bidireccionais de electricidade. Este fluxo obriga a que as redes sejam dinâmicas e tenham comunicação constante entre fornecedor e consumidor, daí que o ultimo seja um elemento chave e seja obrigatório fornecer-lhe opções e ferramentas que o ajudem a usar a energia que consome de um modo mais eficiente. [Smart grids - a smart idea?]

Deste modo, é necessário criar um sistema que responda às mudanças no consumo mas que seja também socialmente aceite, isto é, são necessárias tecnologias que facilitem a mudança nos padrões de consumo de energia pela parte dos consumidores ao fornecerem-lhes as informações correctas através de interfaces amigáveis e incentivos económicos para a redução do consumo. [Crossley et al.]

Uma solução para estas necessidades tecnológicas reside na internet e nos equipamentos de monitorização.

### **2.2.1. Internet e equipamentos de monitorização:**

Nos últimos anos, têm sido desenvolvidos vários equipamentos inteligentes de monitorização que fornecem informação ao consumidor sobre o seu consumo de energia. Os sistemas mais promissores fornecem ao consumidor informação a nível desagregado, isto é, por equipamento consumidor, de um modo acessível e apelativo, que usa ferramentas computorizadas e interactivas. [Communities;2009]

De entre os vários equipamentos desenvolvidos, a maioria diz respeito a sensores para monitorização remota e medições precisas que suportam aplicações tradicionais e inovadoras (por exemplo, a monitorização do preço da electricidade em tempo real ou a gestão da procura de energia eléctrica de dado sector). [Communities;2009]

Visto que a internet tem actualmente um nível de capacidade que permite suportar uma grande variedade de novos e benéficos serviços de informação, tais serviços podem



assistir no desenvolvimento destas redes inteligentes ao fornecer dados em tempo real<sup>5</sup> que permitem a integração de todos os agentes envolvidos na rede.

No último ano, ganhos energéticos de 7% foram observados no sector residencial apenas por os residentes terem acesso aos seus consumos em tempo real. Projectos-piloto demonstraram que os ganhos energéticos na indústria podem chegar aos 10% utilizando estes serviços. [Communities;2009]

Como exemplo de equipamentos que já foram desenvolvidos neste contexto, descreve-se de seguida o *e-box*.

A Comissão Europeia financiou em 2001 um projecto chamado *SmartHomes*, para definir o alcance de novos serviços energéticos e testá-los na Suíça, Grécia, República Checa, e Reino Unido. O objectivo foi desenvolver protótipos de serviços energéticos, testá-los para os cidadãos e profissionais, e ainda testar abordagens *wireless*. [Clarke et al.;2004]

Um dos resultados deste projecto foi o *e-box*.

Os *e-boxes* são essencialmente pequenos computadores domésticos que utilizam o sistema operativo *Linux* e se ligam à internet como um computador normal, através de *wireless* ou cabo. Depois de estarem ligados à internet, as *e-boxes* ligam-se por *Bluetooth*<sup>6</sup> a vários sensores e actuadores e transmitem os dados recebidos pelos sensores para um local na internet onde podem ser processados pelos fornecedores de energia. [Clarke et al.;2004]

No desenvolvimento das *e-boxes* várias opções foram levadas em consideração.

No que diz respeito à rede de comunicações, a transmissão por *Bluetooth* foi a que apresentou maior potencial, principalmente devido ao baixo impacto de instalação. [Clarke et al.;2004]

Já no desenvolvimento dos sensores foi tido em consideração os seus custos e facilidade de instalação, devido à aceitação comercial da aplicação, tendo em conta que teriam de monitorizar temperatura, monóxido e dióxido de carbono, humidade e energia consumida. [Clarke et al.;2004]

Deste modo, as *e-boxes* integram diversas funcionalidades inovadoras no domínio da telecontagem e telegestão de energia, incluindo a possibilidade de oferecer planos tarifários optimizados a cada cliente e executar ordens de serviço remotamente, funcionando como

---

<sup>5</sup> Exemplos destes dados são registos de consumos ao longo do tempo, por tipo de actividade e sector, monitorização de emissões gasosas, stocks, produtos, componentes de eficiência energética e tecnologias de aproveitamento de recursos renováveis. (CLARKE [et al.] - The role of simulation in support of Internet-based energy services)

<sup>6</sup> O *Bluetooth* é uma tecnologia *wireless* inventada em 1994 pela *Ericsson* que permite trocar dados sobre distâncias pequenas, usando transmissões de rádio de ondas curtas, e criar redes pessoais com elevado grau de segurança.



uma interface local de comunicação com o cliente e com equipamentos domésticos, e permitindo a implementação de serviços de gestão da procura inovadores. [Clarke et al.;2004]

As *e-boxes* podem igualmente gerir o funcionamento da microprodução, de fontes de armazenamento e de veículos eléctricos com funcionalidades *vehicle-to-grid*<sup>7</sup>.

No que diz respeito às Empresas ligadas à área de desenvolvimento deste tipo de equipamentos, John McDonald, *General Manager* da *GE Energy Transmission & Distribution*, uma das maiores Empresas de serviços energéticos no mundo, revelou que a *GE* tem vários projectos para redes inteligentes e medidores energéticos inteligentes que funcionam como microprocessadores capazes de estabelecer comunicação entre o cliente e o fornecedor, garantindo assim que o consumidor gere a energia que consome. [Smart grids - a smart idea?]

Através de um *website*, por exemplo, o consumidor tem noção em tempo real do preço da electricidade, e os medidores inteligentes podem programar as máquinas de casa, como a máquina de lavar, para só funcionar nos períodos em que a tarifa eléctrica é mais baixa. [Smart grids - a smart idea?]

McDonald reconhece que, apesar das vantagens destas novas redes, estas ainda enfrentam muitos desafios, um dos quais é a economia de escala. É por isso que ele promove a importância de programas com redes inteligentes à escala de uma cidade, em vez de projectos que dizem respeito apenas a uma casa ou Empresa. [Smart grids - a smart idea?]

O desenvolvimento de equipamentos de medição inteligentes tem vindo a crescer estavelmente e pode ser incentivado pela implementação do terceiro pacote de legislação interna do mercado de energia, divulgado em Junho de 2009 pela Comissão Europeia.

Contudo, à semelhança da *GE*, as Empresas que actualmente implementam e testam equipamentos de medição inteligentes ainda se deparam com barreiras relacionadas com a interoperabilidade dos dispositivos e sistemas, e precisam de ultrapassar a insuficiente regulação das entidades públicas. [Enea;2009]

Esta regulação começou a intervir nos processos de mercado com campanhas para aumentar a sensibilização do consumidor, por exemplo, ao implementar medidas que removam os piores produtos do mercado e etiquetem produtos que encorajem os consumidores a comprarem as marcas mais energeticamente eficientes.

Contudo, estes processos de regulação são lentos, o número de equipamentos é enorme e o desenvolvimento tecnológico é tão rápido que é difícil acompanhar o seu ritmo.

---

<sup>7</sup> *Vehicle-to-Grid* é uma expressão que descreve um sistema no qual veículos eléctricos podem comunicar com a rede eléctrica para fornecer ou consumir energia.





### 2.2.2. Microredes e unidades de produção virtuais:

O desenvolvimento de equipamentos inteligentes como o caso do *e-box* é um componente vital na substituição das redes actuais de energia eléctrica por redes inteligentes de energia, no entanto, a passagem de uma produção centralizada de electricidade, seguida do transporte e distribuição até aos consumidores, para um modelo em que existe uma forte componente de produção distribuída, situada ao nível das redes de distribuição local, obriga também a compensar localmente os desvios de produção que ocorrem pelo facto de se explorar fontes de energia com características de intermitência, como é o caso das energias renováveis. [João A. Peças Lopes;2009]

Para além disso, é necessário gerir as redes eléctricas em situações de emergência e, por outro lado, armazenar energia quando a oferta excede a procura de modo a assegurar o fornecimento em períodos de pico no consumo. [João A. Peças Lopes;2009]

Em zonas geográficas que reúnam condições para tal, é possível controlar de forma coordenada unidades de produção distribuída, fontes de armazenamento e cargas controláveis. [João A. Peças Lopes;2009]

Estas unidades têm o nome de microredes.

Uma microrede corresponde a uma rede de distribuição onde são ligados sistemas de microgeração muito próximos das cargas. Trata-se de uma rede em pequena escala e pode ser constituída a partir de uma rede de distribuição de um condomínio urbano, de uma rede de um centro comercial, ou de uma unidade fabril. [João A. Peças Lopes;2009]

Microredes inteligentes de energia já existem um pouco por todo o mundo. É o caso da microrede inteligente do *Risø National Laboratory for Sustainable Energy*, da Universidade Técnica da Dinamarca<sup>8</sup>, que incorpora equipamentos de produção de energia renovável e armazenamento de energia.

O sistema usa um computador normal, armazenamento de dados, hardware de medições, um gerador de emergência e comunicação por rede.

Cada equipamento do sistema está equipado com monitorização, supervisão e comunicação. O objectivo inicial do projecto passava por ter um sistema completamente

---

<sup>8</sup> A Dinamarca é de resto um país de exemplo, já que gera actualmente metade das suas necessidades eléctricas através da produção descentralizada de energia com unidades de cogeração a gerarem 80% do aquecimento local e a energia eólica a fornecer 20% da totalidade da electricidade. Como resultado, as emissões deste país passaram dos 937 gramas por kWh, em 1990, para 517 gramas por kWh, em 2005. (Smart grids - a smart idea? -



descentralizado mas tal veio a mostrar-se impossível. Além disso, chegaram à conclusão que o maior desafio na microrede reside numa possível paragem do controlador central.

Oliver Gehrke, um dos responsáveis pelo projecto, estudou a possibilidade de fazer com que o controlo central comunicasse com outros equipamentos autónomos que, por sua vez comunicavam com outros aparelhos autónomos, de um modo muito semelhante ao que acontece com a internet, tornando o sistema parcialmente descentralizado.

Independentemente disso, Gehrke acredita que, com a proliferação dos sensores inteligentes, o problema da centralização do controlo da rede será resolvido. [Smart grids - a smart idea?]

Quando vistas de forma agregada, as microredes comportam-se perante o sistema eléctrico como grandes unidades de produção virtuais (*Virtual Power Plant (VPP)*). [João A. Peças Lopes;2009]

As VPP acabam assim por não ser uma tecnologia mas antes um esquema para combinar a produção descentralizada de energia de modo a aproveitar as sinergias entre os vários componentes do sistema. [João A. Peças Lopes;2009]

Esta combinação não é feita através da ligação física entre os vários sistemas produtores mas sim através da sua interligação pelas TIC, como já foi exemplificado no caso de estudo da Universidade Técnica da Dinamarca.

Um sistema como uma VPP é flexível e independente das tecnologias adoptadas para a geração de energia o que leva a que possa acomodar mudanças na rede e aumentar a segurança e flexibilidade do fornecimento, graças às múltiplas conexões na rede. [João A. Peças Lopes;2009]

Do ponto de vista do mercado de energia, uma VPP oferece oportunidades de negócio para os diferentes fornecedores de energia e equipamentos de geração de energia, já que representa um portfolio de agentes produtores e consumidores na rede inteligente de energia e uma fonte de informação para propostas adaptadas a cada cliente. [João A. Peças Lopes;2009]

No entanto, assim como nas redes inteligentes, a implementação actual de uma VPP apresenta desafios tecnológicos significativos e requer soluções de TIC adequadas.

O maior desafio diz respeito às tecnologias de produção de energia e ao modo como estão ligadas à rede, já que a maioria é de fontes renováveis e, por isso, não produzem constantemente, estando dispersas geograficamente e dependentes de determinadas condições atmosféricas. [João A. Peças Lopes;2009]



Para fazer todas estas diferentes tecnologias funcionarem como uma única VPP é necessário um sistema de manutenção que inclua monitorização, planeamento e gestão das unidades descentralizadas, determinando quais são as unidades produtoras mais adequadas para estarem ligadas à rede consoante a curva da procura. [João A. Peças Lopes;2009]

Este sistema de manutenção requer a instalação de canais de comunicação e controlo remoto para todas as unidades envolvidas de modo a poder ligar a VPP às redes eléctricas existentes.

As soluções de TIC que abordam com êxito esta questão estão implementadas, actualmente, em cerca de 45% de todas as unidades produtoras da União Europeia, mas, apesar disso, muitas Empresas ainda produzem energia como “ilhas” de actividade sem estarem ligadas a uma rede global de energia. [João A. Peças Lopes;2009]

Na tentativa de contrabalançar esta tendência, o Projecto Fénix, um projecto de investigação iniciado em 2005 e financiado pela Comissão Europeia, objectiva a agregação em larga escala de sistemas de produção descentralizada de energia a uma VPP, permitindo a gestão e controlo de toda a rede de energia. [João A. Peças Lopes;2009]

### **2.2.3. O Projecto InovGrid:**

A materialização do conceito de Redes Inteligentes no caso de Portugal teve o seu arranque com o lançamento em Outubro de 2007 do projecto *InovGrid*, através do qual a *EDP*, em parceria com o *INESC Porto*, a *EFACEC*, a *JANZ* e a *EDINFOR*, pretendeu dar resposta aos desafios já mencionados acima para as redes inteligentes.

O projecto *InovGrid* está estruturado em torno de três pilares: redes inteligentes, microprodução e produção distribuída, e telecontagem e gestão energética

No domínio das redes inteligentes, o projecto pretende promover o aumento da eficiência e qualidade de serviço, através da supervisão, automação e controlo da rede eléctrica em toda a sua extensão. [João A. Peças Lopes;2009]

No domínio da produção distribuída, o projecto permite lidar com as dificuldades de integração das VPPP já anteriormente abordadas, através de uma gestão activa dos equipamentos e da própria rede. [João A. Peças Lopes;2009]

Finalmente, no domínio da telecontagem e gestão energética, o projecto promove uma abordagem centrada no consumidor, constituindo-se como uma alavanca para a



prestação de novos serviços, para a promoção de eficiência energética e da concorrência na comercialização de electricidade. [João A. Peças Lopes;2009]

Na actual fase de demonstração com a instalação de um grande piloto na cidade de Évora, o projecto assenta numa arquitectura técnica composta por *e-boxes*, equipamentos de automação e monitorização designados Distribution Transformer Controlers (DTC), que são instalados nos postos de transformação, sistemas de informação (SI) que integram e processam a informação recolhida, e ainda uma rede de telecomunicações que suporta a integração da infra-estrutura e se estende desde a casa dos clientes até aos centros de controlo e gestão onde estão instalados os SI. [João A. Peças Lopes;2009]

Os DTC funcionam, antes de mais, como nós locais da rede de comunicações *InovGrid*, integrando e gerindo o funcionamento das *e-boxes* ligadas na rede do posto de transformação em que estão instalados e fazendo o interface com os SI. [João A. Peças Lopes;2009]

Estes equipamentos desempenham ainda outras funções, tais como o controlo da iluminação pública, a monitorização de tensões e correntes no transformador e a interface com sensores e órgãos telecomandados locais. [João A. Peças Lopes;2009]

Os SI desempenham o papel fulcral de integrar e processar toda a informação recolhida pela infra-estrutura *InovGrid*, comandando e supervisionando os seus diversos elementos. [João A. Peças Lopes;2009]

A informação e as possibilidades de actuação adicionais permitem implementar um vasto conjunto de novas funcionalidades a nível dos SI, não só no domínio da gestão comercial, mas também a nível dos sistemas técnicos. [João A. Peças Lopes;2009]

O projecto *InovGrid* contempla a implementação de uma rede inteligente suportada numa infra-estrutura de telecomunicações que se estende a todos os locais de consumo, chegando a casa dos clientes. [João A. Peças Lopes;2009]

A comunicação entre SI e DTC é efectuada através da rede de comunicações móveis (actualmente GPRS<sup>9</sup>) e, nalguns casos, utilizando tecnologias fixas. A comunicação das *e-boxes* com o DTC utiliza a própria rede eléctrica como meio físico, e, em alguns casos, por GPRS. [João A. Peças Lopes;2009]

---

<sup>9</sup> O *General Packet Radio Service* (GPRS) é o serviço móvel de orientação de dados por pacotes nos sistemas móveis actuais de telecomunicação de segunda e terceira geração.



### 2.3. Conclusões

Como visto ao longo deste capítulo, não obstante as vantagens que as TIC apresentam no desenvolvimento de equipamentos e sistemas que contribuem para uma melhoria da eficiência energética, a sua integração nos mais diversos sectores apresenta ainda vários desafios que têm de ser superados para extrair a 100% o potencial que vários estudos, também já referidos, apontam. [Emea;2009]

Deste modo, todos os intervenientes na sociedade (industriais, Universidades, consumidores, autoridades públicas, etc.) precisam de se envolverem e trabalhar em conjunto.

Tal constatação é válida para todos os sectores da economia e tecnologia, especialmente no que diz respeito às já explicadas redes energéticas inteligentes, já que estas envolvem a produção, o transporte e o consumo de energia, implicando nestes processos todos os sectores.

É de salientar ainda que as redes inteligentes de energia, ao representar a adaptação da nossa rede eléctrica às energias renováveis e à problemática ambiental, carregam consigo todos os desafios em manter a segurança no fornecimento de energia e atingir as metas mundiais de redução de emissões, pelo que são o futuro da interligação das TIC à sustentabilidade energética do mundo. [Crossley et al.]

Como demonstrado, tecnologias chaves para a transmissão e gestão destas redes incluem telemedidas e telesistemas de controlo, direccionadas ao suporte de funcionalidades em vários sectores relacionados com medições em tempo real, análise, previsões e monitorização de operações. [Emea;2009]

Neste âmbito, a montagem de canais de comunicação em tempo real com os clientes finais (via portais *web*, ecrãs, hiperligações a programas para clientes, etc.) tem vindo a tornar-se prática comum. As Empresas de serviços energéticos têm também começado a expandir os seus serviços de *outsourcing* e descobriram enormes potenciais para a eficiência energética nesta área. [Emea;2009]

O futuro desenvolvimento das TIC passa não só pela abordagem directa ao problema do consumo exagerado de energia mas também pela diminuição do consumo nos próprios equipamentos desenvolvidos. [Emea;2009]

No sentido de promover esta diminuição, no dia em que estas linhas foram escritas, foi anunciado um consórcio chamado *Green Touch*. Desse consórcio fazem parte vários fabricantes de *hardware*, *software* e operadores, como a *China Mobile*, a *AT&T*, e a *Portugal*



*Telecom*. O consórcio espera que no final de cinco anos, a mesma energia que agora alimenta as novas tecnologias da informação e comunicação, seja equivalente a três anos de funcionamento com os novos equipamentos. [Technology;2010]

Os impactos negativos e positivos das TIC quando aplicadas à gestão de energia, levam a que não haja uma política que cubra com sucesso a integração das TIC na melhoria da eficiência energética. [Røpke et al.;2010] Não é objectivo da presente dissertação desenvolver uma, contudo, existem uma série de directrizes específicas que são necessárias para potenciar todas as vantagens das TIC no aumento da eficiência energética e diminuir os seus efeitos negativos, e que, por isso mesmo, devem fazer parte da referida política global. [Hilty et al.;2006]

De entre as várias directrizes que deve incluir uma política que cubra com sucesso a integração das TIC na melhoria da eficiência energética, faz parte um aumento drástico no preço da energia e na manutenção ao longo do tempo desse preço, combinado com compensações económicas, a nível nacional e internacional.

Também é recomendável remover subsídios para os transportes e subsidiar o desenvolvimento de novas tecnologias de energias renováveis. [Røpke et al.;2010]

Alterar os sistemas de energia para integrar sustentabilidade por vezes requer que os clientes transformem o seu comportamento, valores e rotinas de modo a conservar energia. Esta transformação pode ser facilitada por meios políticos e iniciativas governamentais como taxaço, subsídios, campanhas de informação, e guias energéticos.

Todas as conclusões deste capítulo apresentam assim propostas e chamadas de acção muito concretas, contudo, são desafios que têm de ser solucionados para que o potencial das poupanças energéticas, a eficiência dos processos, e novos serviços de valor acrescentado, sejam completamente explorados. [Enea;2009]



### 3. Solução Proposta

#### *O conceito Portal Online de Gestão de Energia*

Como demonstrado no capítulo anterior da presente dissertação, o sector da Indústria é um dos sectores onde a implementação das TIC para a gestão de energia tem tido menos sucesso, o que se traduz no desaproveitamento de inúmeras oportunidades, já que aproximadamente 25% do consumo de energia nos Estados Membros da União Europeia está relacionado com a Indústria e, mesmo na visão tecnológica mais optimista, esse consumo irá aumentar no futuro. [Cho et al.;2007]

As razões deste fracasso prendem-se com a actual política de retenção de custos, associada à crise financeira actual, adoptada por muitas Empresas, nas quais os custos com a energia ainda são inferiores a outros tipos de custo, como, por exemplo, as matérias-primas.

Para além disso, muitas medidas de eficiência energética necessitam de investimentos iniciais que só são amortizados a médio e longo prazo, e os industriais estão pouco, ou mal, informados sobre medidas de custo nulo ou com retornos a curto prazo.

Projectos-piloto, evidenciados no capítulo anterior, já demonstraram que uma solução para estes problemas reside no potencial que os serviços de informação ligados à internet possuem, sendo possível aumentar 10% de eficiência energética industrial global utilizando tais serviços.

Para além disso, a adaptação destes serviços *online* à rede global de energia poderá contribuir para a dinamização das redes inteligentes de energia, responsabilizando a Indústria por grande parte do futuro sucesso energético mundial.

Nos últimos anos tem-se assistido a um desenvolvimento cada vez maior das tecnologias chaves para a transmissão e gestão *online* destas redes, que incluem medições em tempo real, análise, previsões e monitorização de operações, associadas a infra-estruturas virtuais como é o caso de portais *web*, ecrãs, hiperligações a programas para clientes, e muitos outros canais de comunicação em tempo real.

No contexto desta tendência, como já referido, é objectivo da presente dissertação propor uma solução que permita, entre outros objectivos:



1. Informar o industrial sobre o portfólio de tecnologias que tem ao seu dispor;
2. Analisar os consumos energéticos de uma instalação consumidora;
3. Propor medidas correctivas e analisá-las economicamente e tecnologicamente;
4. Contribuir para a dinamização do sistema de comunicação entre todos os intervenientes no processo de produção, transporte, e consumo de energia;
5. Fornecer ao industrial ferramentas digitais, a custo zero, que permitam auxiliar o processo de análise de consumos e situações de melhoria ambiental e económica.

Esta solução diz respeito à criação de um portal *online* que funciona como um *Sistema Integrado de Gestão de Energia*, ou seja, um sistema que aborda especificamente cada área consumidora de energia, por tipo de vector energético, de modo a solucionar os problemas anteriormente referidos, em todas as suas vertentes, e maximizar a melhoria na eficiência energética, independentemente do tipo de Instalação consumidora.

A criação de um sistema deste género, que cumpra com os objectivos a que se propõe, envolve várias etapas a nível de desenvolvimento, conteúdo e aquisição de conhecimentos.

Cada uma destas etapas será explorada nos subcapítulos seguintes.

### **3.1. Internet e aplicações *web***

Sendo que portal online de gestão de energia tem de estar integrado na internet, é necessário fornecer uma breve explicação de como esta funciona, de modo a sustentar todos os conhecimentos envolvidos para o desenvolvimento de uma plataforma deste género.

A Internet, desde a sua criação em finais dos anos oitenta, foi o meio de comunicação de mais rápido crescimento na História dos meios de comunicação em massa, proporcionando a todos os utilizadores um facilitado, e quase interminável, fluxo de informação de baixo custo.

No entanto, este crescimento exponencial, só foi possibilitado pela invenção do Hipertexto e da *World Wide Web*.

O Hipertexto, termo usado pela primeira vez por Ted Nelson, é texto visível num computador, ou outro dispositivo electrónico, com hiperligações (*hyperlinks*) para outros





textos que o leitor pode aceder imediatamente através de um clique do rato ou duma sequência de teclas. [Howe;2010]

A *World Wide Web*, vulgarmente designada apenas por *Web*, foi criada em 1990 por um físico da *Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire* (CERN), chamado Tim Berners-Lee, para agregar Hipertexto à internet e aos computadores pessoais, criando assim uma única rede de informação para ajudar os físicos do CERN a partilhar todas as suas informações armazenadas em laboratório. O hipertexto permitiria aos utilizadores da rede navegar facilmente entre textos em páginas na internet, usando hiperligações. [Cern;2009]

A comunicação entre computadores na *Web* é feita através do protocolo HTTP, também criado por Berners-Lee. O HTTP é um protocolo ao nível de aplicações, intrínseco à *World Wide Web*, que usa o TCP/IP<sup>10</sup> para transmitir mensagens na rede. [Berners-Lee;1996]

O interesse e aplicação da *Web* e do protocolo HTTP foi de tal maneira grande que, em inícios da década de noventa, já existiam 50 *websites* na Internet. No Outono desse mesmo ano, o número já ascendia para 200. [Cern;2009]

Apesar das páginas *Web* serem enviadas e requisitadas segundo o protocolo HTTP, são escritas numa linguagem *Web* que permite ao computador decifrá-las e apresentá-las no browser. Esta linguagem, que permite referências cruzadas de documentos através de hiperligações, chama-se HTML (*HyperText Markup Language*). [Shklar et al.;2003]

O HTML é uma linguagem que usa código HTML para os diferentes conteúdos da página. Com este código, o HTML permite incorporar imagens e objectos (vídeos, animações, etc.), criar formulários, ou ainda documentos estruturados que recorrem ao uso de cabeçalhos, parágrafos, listas, hiperligações, citações e tantos outros aspectos gráficos. [Berners-Lee;1995]

A linguagem HTML também pode ser usada para incluir código CSS (*Cascading Style Sheets*). O código CSS é um mecanismo que controla o estilo (por exemplo, cores, espaçamentos, fontes, etc.). Uma folha de estilo é criada para conter várias regras que se aplicam a vários elementos HTML e controlam certos aspectos da sua apresentação no browser<sup>11</sup>.

---

<sup>10</sup> O TCP/IP é o protocolo de comunicação usado pela internet desde a sua origem e consiste numa tecnologia de troca de pacotes, na qual uma mensagem é decomposta em vários pacotes que tomam diferentes rumos na rede e chegam ao destino em ordem completamente aleatória, sendo reconstruída a mensagem original pelo computador de destino. (DEERING - Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification)

<sup>11</sup> Um *browser*, ou navegador, é um programa que recupera, apresenta e transmite conteúdos na internet. Exemplos são o *Internet Explorer* ou o *Mozilla Firefox*.



Inicialmente, o que as pessoas trocavam pela internet consistia maioritariamente em informação estática encontrada em ficheiros. Podiam editar o conteúdo desses ficheiros mas existiam poucos serviços de informação realmente dinâmicos. Com o advento da *Web* dinâmica, para além de *websites* passaram a existir aplicações *Web*. [Shklar et al.;2003]

Enquanto um *website* simplesmente apresenta conteúdo de ficheiros estáticos, uma aplicação *Web* apresenta conteúdo dinâmico, baseado em parâmetros requisitados e/ou comportamentos do utilizador. [Shklar et al.;2003]

Assim, uma aplicação *Web* envolve comunicação entre servidor e cliente, e vários princípios que precisam de ser entendidos de modo a poder-se construir uma verdadeira aplicação dinâmica. [Shklar et al.;2003]

Enquanto o núcleo da aplicação *Web* inclui o HTTP e o HTML para a criação e transmissão das páginas *Web*, qualquer aplicação *Web* inclui também outros protocolos de comunicação e linguagens *Web*, como é o caso do PHP (*Hypertext Preprocessor*) que permite criar conteúdo dinâmico numa página estática. [Shklar et al.;2003]

Para além do PHP, usado para controlar páginas *Web* e dinamizar qualquer aplicação *Web*, deve referir-se também a gestão e edição de bases de dados virtuais, permitida pela aplicação *MySQL*.

O *MySQL* é um sistema de gestão de bases de dados baseado na linguagem de programação *SQL* (*Structured Query Language*), usada para manipular bases de dados, e é usado numa variedade de aplicações desde armazenamento de dados, comércio electrónico, ou mesmo bases de dados *Web*. É o software de criação e gestão de bases de dados virtuais mais utilizado do mundo. [Harrison et al.;2006]

Com as linguagens *Web*, como o PHP, as páginas dinâmicas da *Web* podem criar e editar bases de dados presentes no servidor através das acções do utilizador, como por exemplo registar um nome de utilizador ou uma palavra-chave num fórum.

Assim, como as páginas da internet cada vez mais são mais interactivas e respondem a acções dos utilizadores em vez de apresentarem conteúdos estáticos e, por isso, inalteráveis, existem vários desafios na sua criação, tanto a nível de conhecimentos de programação como a nível gráfico<sup>12</sup>. [Shklar et al.;2003]

---

<sup>12</sup> Manter a consistência temática do conteúdo é importante ao atribuir à aplicação *Web* alguma identidade. Adicionalmente, também é necessário manter o aspecto da aplicação página a página de modo a que o utilizador saiba que está dentro da mesma aplicação *Web* só pelo conteúdo gráfico. (SHKLAR;ROSEN - Web Application Architecture Principles, protocols and practices)



Todos estes conhecimentos são necessários para que o portal online de gestão de energia funcione e permita a comunicação entre os vários utilizadores e o *software*.

### 3.2. Aquisição de dados em tempo real

De forma a implementar com sucesso um sistema integrado de gestão de energia, as Empresas terão de adoptar um certo número de procedimentos com vista a conhecer onde, quando, e como a energia é utilizada, e qual a eficiência dos equipamentos onde se verificam desperdícios de energia.

A primeira medida a tomar é a realização de um diagnóstico energético à instalação de modo a identificarem-se os locais susceptíveis de controlo dos consumos de energia.

Estes locais são denominados de Centros de Custos e podem corresponder a uma linha de produção, a um único equipamento, à totalidade da instalação, ou a outro qualquer local em que o consumo de energia apresenta valores que justifiquem o seu controlo. [Energia;2003]

Uma vez que a primeira fase de qualquer auditoria energética é o levantamento energético, as auditorias energéticas levadas a cabo na Instalação podem auxiliar a detecção dos Centros de Custos, já que permitem avaliar quanta energia é efectivamente consumida e de que forma é essa energia utilizada, estabelecendo os principais fluxos e identificando os sectores ou equipamentos onde é prioritário actuar. [Gaspar;2004]

Uma vez definidos os Centros de Custos, são determinadas as necessidades de aparelhos de medida, procedendo-se de seguida à sua instalação. [Energia;2003]

Deste modo, os consumos de energia, bem como os valores da produção de cada Centro de Custos, passam a ser medidos regularmente por sensores e equipamentos de medida sendo enviados para uma base de dados presente num computador, através de cabo, ou via *wireless*. [Energia;2003]

Tal base de dados pode ser acedida pelo *software* do portal, ligado à internet, que trata os dados de acordo com as especificações requisitadas, e os mostra, em tempo real, em diversas páginas *Web* desenvolvidas para o efeito.

Assim, a etapa de diagnóstico energético é a mais importante, já que proporciona informações a nível dos processos de fabrico, beneficiando das análises em tempo real.

Esta necessidade das Empresas em conhecerem em tempo real o estado do consumo de energia a fim de poderem tomar decisões sobre a forma de gerir, seleccionar e utilizar as



diversas fontes de energia disponíveis, não só ao seu nível interno mas em comparação com outras Empresas do seu subsector, é uma necessidade de extrema relevância já que dispor de informação de consumos numa base de dados construída praticamente em tempo real é uma vantagem que permite ir muito além dos resultados que se obtêm com uma simples auditoria energética. [Edp;2009]

Tal vantagem torna-se bem patente nos exemplos de sistemas de monitorização online que já existem, nomeadamente o *Sistema de Gestão de Consumos* da *EDP Corporate*. [Edp;2009]

O *Sistema de Gestão de Consumos EWebReport@* da *EDP Corporate* é uma ferramenta colocada à disposição dos gestores de instalações fabris e de edifícios para conhecimento e controlo do modo como a energia eléctrica é consumida. [Edp;2009]

Através de contadores de energia eléctrica são contabilizados os consumos de energia, quer a nível geral da instalação global (fábrica ou edifício), quer a nível das várias (ou mais importantes) secções dessa instalação. [Edp;2009]

O sistema permite o conhecimento dos consumos energéticos em cada dia, em cada semana, em cada mês, e em cada ano, possibilitando a avaliação imediata dos efeitos de medidas implementadas e ainda a partilha dessas medidas, e os resultados obtidos, com o universo das Empresas participantes. Por exemplo, ao alterar-se o tipo de iluminação numa determinada instalação é possível conhecer de forma imediata os ganhos obtidos de acordo com o testemunho de outras Empresas. [Edp;2009]

O acesso aos dados está permanentemente disponível no site *EWebReport@* da *EDP Corporate*, criado para este serviço, e, através de um nome de utilizador e de uma palavra-chave, o utilizador acede a um conjunto de informações geradas a partir da base de dados que possui os dados de consumo recolhidos a partir dos equipamentos instalados na instalação monitorizada, em tempo real. [Edp;2009]

É de salientar, no entanto, que um dos factores decisivos para que qualquer diagnóstico energético seja bem sucedido, e sistemas como o da *EDP* sejam bem implementados, é a delegação de responsabilidades a gestores dos diversos Centros de Custos. Só assim é possível concretizar a monitorização em tempo real e alcançar, rápida e permanentemente, benefícios em termos de eficiência energética. [Energia;2003]



### 3.3. Relatórios de análise de facturas de energia e produção

A implementação de um Sistema Integrado de Gestão de Energia com recurso a aquisição de dados em tempo real envolve, naturalmente, um certo investimento mínimo, dependendo do grau de sofisticação que se pretende instalar na Empresa a nível de sensores de energia. [Energia;2003]

Na impossibilidade desse investimento, o software do Portal online de gestão de energia deve ter capacidade para analisar as facturas de energia da Empresa e cruzá-las com a sua produção, de modo a informar o utilizador sobre a situação energética da sua Instalação a nível de consumo dos diferentes vectores energéticos e sua dependência face à produção da Empresa.

É de salientar que esta capacidade de análise reveste-se de importância já que, independentemente do tipo de produtos fabricados e das tecnologias adoptadas, só com o conhecimento de como a energia é consumida, e esse consumo afecta directamente a produção, é que o industrial poderá tomar medidas fundamentadas com vista a melhorar a sua eficiência energética e beneficiar com os lucros não só da poupança de energia mas também do dinamismo na produção e venda dos seus produtos. [Gaspar;2004]

Deste modo, através da análise dos dados obtidos, e levando em conta o modo como o consumo de energia depende da produção, podem-se calcular os consumos específicos da Instalação.

O consumo específico é o quociente entre a quantidade de energia total consumida e a quantidade de produtos produzida. [Adene;2010]

Sendo assim, a situação ideal para qualquer Empresa é a de diminuir o consumo de energia e, ao mesmo tempo, manter ou aumentar a produção, baixando assim o consumo específico sem comprometer a qualidade dos produtos.

Para além dos consumos específicos, existem três indicadores que relacionam consumos e produção e servem para definir a situação energética de uma dada Empresa. Eles são:

1. Intensidade Energética (IE) – medida pelo quociente entre o consumo total de energia (em GJ, considerando apenas 50% da energia resultante de resíduos endógenos e de outros combustíveis renováveis) e o Valor Acrescentado Bruto<sup>13</sup>

---

<sup>13</sup> O VAB é o resultado da actividade produtiva no decurso do ano em análise e resulta da diferença entre o valor da produção e o valor do consumo intermédio, originando excedentes.



(VAB) das actividades Empresariais directamente ligadas a essas instalações industriais. [Adene;2010]

2. Intensidade Carbónica (IC) – medida pelo quociente entre o valor das emissões de dióxido de carbono equivalente resultantes da utilização das várias formas de energia no processo produtivo e o respectivo consumo total de energia (em GJ); [Adene;2010]
3. Consumo Específico de Energia (CEE) – medido pelo quociente entre o consumo total de energia (em GJ, considerando apenas 50% da energia resultante de resíduos endógenos e de outros combustíveis renováveis) e o volume de produção. [Adene;2010]

Deste modo, estando a Instalação privada de monitorização em tempo real, o portal *online* de gestão de energia deve ter a capacidade de cálculo necessária para a obtenção destes indicadores e outras análises fundamentais a nível do consumo de cada vector energético, com base no histórico de facturas da Empresa.

Um exemplo do que se pretende neste aspecto é demonstrado pelo portal Observatório de Energia criado pelo Centro Tecnológico da Cerâmica e do Vidro (CTCV) em parceria com a Associação Portuguesa da Indústria Cerâmica (APICER).

O Observatório de Energia fornece às Empresas uma ferramenta de avaliação comparativa de consumos e custos energéticos, disponibilizada através de um *website* criado para o efeito.

Numa área reservada, o utilizador, depois de autenticado, introduz mensalmente o valor da sua produção, os dados de consumos energéticos e respectivos custos, com base nas facturas de energia, passando então a ter acesso a um histórico composto por:

- Gráficos de evolução mensal<sup>14</sup> de consumo por forma de energia;
- Evolução de consumos específicos, permitindo deste modo situar-se em relação a um consumo específico de referência e a um máximo e mínimo;
- Posicionamento da Empresa, em termos de consumo específico máximo e mínimo para o seu subsector;

---

<sup>14</sup> O perfil de evolução de custos mensais é determinado com base numa média dos valores fornecidos pelos utilizadores.



- Repartição de custos por forma de energia;
- Evolução de custos específicos, permitindo deste modo situar-se em relação ao custo máximo e mínimo da classe.

Depois desta breve explicação, pode-se compreender que o Observatório de Energia é um sistema online de aquisição e processamento de informação de consumos e custos energéticos, que permite a cada Empresa aderente, conhecer a evolução do seu desempenho energético e a sua performance energética. [Francisco et al.;2007]

Contudo, o Observatório de Energia não contempla nas suas potencialidades a análise técnica e económica de medidas de melhoria de eficiência energética.

Apenas com os dados de consumo e facturação é possível estudar e implementar soluções para baixar os custos e o consumo de energia, contribuindo para a eficiência global da Instalação consumidora.

No entanto, a abordagem a estas soluções, baseadas nos termos de facturação, pode ser feita tendo em consideração os sectores afectos a essa facturação (edifícios, frotas de transporte, determinados equipamentos, etc.) ou os vectores energéticos facturados (electricidade, Gás Natural, etc.).

O portal *online* de gestão de energia deve ter em consideração esta subjectividade na análise.

A análise das facturas por tipo de sector ou equipamento torna-se mais difícil de fazer devido aos diferentes vectores energéticos envolvidos. Por exemplo, o sector dos edifícios numa Empresa envolve consumos consideráveis de electricidade mas também de combustíveis, principalmente se possuir elevadas necessidades de aquecimento. Já a frota de transportes envolve maioritariamente o consumo de combustíveis mas também de electricidade, se existirem veículos eléctricos.

Torna-se mais simples para o portal online de gestão de energia propor medidas correctivas para baixar os custos e o consumo de energia se as análises forem feitas com base na facturação ao nível dos vectores energéticos primários, cabendo à fase de diagnóstico energético, e monitorização de dados em tempo real, a tarefa de distribuir esta facturação pelo tipo de equipamento ou sector da Empresa.



### **3.4. Plataforma de conhecimento e comunicação**

Não obstante a capacidade do portal em monitorizar os consumos energéticos e analisar o histórico das facturas desses consumos, de modo a propor medidas de acção correctivas para o aumento da eficiência energética, um portal online de gestão de energia para o sector industrial deve suprir a carência de informação válida que estudos na área já provaram existir.

Esta informação diz respeito ao portfolio de acções que o Industrial pode tomar em todos os sectores de modo a reduzir os seus consumos de energia através de medidas correctivas, mudanças de comportamentos, estabelecimento de políticas energéticas, ou instalação e substituição de novos equipamentos menos consumidores e menos poluentes.

Dependendo do tipo de investimento necessário, considerou-se dividir o conjunto de acções possíveis de levar a cabo pelo industrial em acções de custo nulo, moderado e elevado.

As acções de custo elevado, naturalmente, são as menos implementadas pelo Industrial, especialmente em tempos de crise financeira, como agora, em que políticas de retenção de custos têm estagnado o investimento em tecnologias e comportamentos que não apresentem resultados a curto prazo.

No entanto, pela experiência de várias instituições nacionais no campo das auditorias energéticas, em praticamente todos os sectores de actividade económica há já muito tempo que foi possível concluir que através da aplicação de simples medidas de racionalização de energia de investimento nulo ou moderado, o potencial de economia energética é de cerca de 16%. [Palm et al.;2010]

Assim sendo, um portal online de gestão de energia deve possuir uma plataforma completa e fundamentada de todos os conhecimentos e implicações que as acções de investimento nulo, moderado e elevado envolvem, de forma imparcial, objectiva e agregada, já que a bibliografia, que lida com a maneira como as Empresas usam a energia, é extremamente vasta mas, por vezes, desconhecida do industrial ou desagregada pelas várias áreas de intervenção. [Palm et al.;2010]

Para além de servir como plataforma de conhecimento, tendo em conta o elevado crescimento na produção descentralizada de energia, um portal online de gestão de energia deve ter a capacidade, através do seu motor Web, de permitir a comunicação directa entre os industriais e os distribuidores de energia, estabelecendo desta forma um canal de





comunicação bidireccional que beneficia ambos os lados através da difusão da informação, das melhores oportunidades de negócio e da troca de recursos humanos.

É de salientar também a importância da comunicação entre os industriais e os órgãos legislativos já que, como referido nos capítulos anteriores, as organizações governamentais mundiais têm incentivado a diminuição do consumo de energia e a melhoria da eficiência energética ao estabelecer leis que incutem penalizações às Empresas mais poluidoras.

Neste contexto, a nível nacional, o Governo estabeleceu no ano de 2000, as directrizes do Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC).

No âmbito do PNAC criou-se o Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão (PNALE), actualmente PNALE II que diz respeito ao período de 2008 a 2012 e à aplicação do sistema do Comércio Europeu de Licenças de Emissão<sup>15</sup> (CELE). [Ministério Do Ambiente;2006]

O PNALE atribui um limite de toneladas de dióxido de carbono para as Empresas<sup>16</sup> vinculadas ao CELE, dando azo a duas situações possíveis:

1. Se as emissões da Empresa forem inferiores ao limite imposto pelo PNALE no final do ano vigente, o excedente de licenças pode ser vendido, leiloado ou guardado pela Empresa.
2. Se as emissões da Empresa forem superiores ao limite imposto pelo PNALE, a Empresa tem de comprar um montante de licenças igual ao excedente, ou usa as que tinha guardado do ano anterior, se tal foi o caso.

Para a larga maioria das instalações, o método base de atribuição do número de licenças de emissão é o histórico das emissões da Empresa sempre que existam informações relevantes.

O valor das licenças de emissão de dióxido de carbono encontra-se na Bolsa Portuguesa de dióxido de carbono (SENDECO<sub>2</sub>) onde é possível comprar e vender Licenças de

---

<sup>15</sup> O CELE tem por objectivo ajudar os Estados Membros da União Europeia a cumprir com os compromissos de limitação ou redução das emissões de gases de efeito de estufa de uma forma sustentável. O facto das Empresas que participam no comércio de emissões poderem comprar e/ou vender licenças de emissão permite reduzir emissões ao mínimo custo.

<sup>16</sup> Entendeu-se, para o período 2008-2012, considerar como instalação abrangida pela directiva relativa ao Comércio Europeu de Licenças de Emissão qualquer instalação que possua um ou mais equipamentos estacionários onde sejam oxidados produtos combustíveis, cujo fim único seja o de utilizar o calor assim produzido e que, no seu conjunto, no mesmo local e sob a responsabilidade do mesmo operador, tenham uma potência térmica nominal superior a 20 Mwt.



Emissão, Créditos de Emissão, efectuar operações de permuta, e participar em leilões, de forma fácil, transparente e segura. [Ministério Do Ambiente;2006]

Para além do PNALE, o Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética (PNAEE) surgiu como outro instrumento de desenvolvimento de várias medidas contempladas no PNAC.

No âmbito do PNAEE, em 15 de Abril de 2008 foi publicado o Decreto-Lei n.º71/2008 que regulamentava o Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia (SGCIE) [Adene;2010]

O SGCIE aplica-se às instalações Consumidoras Intensivas de Energia (CIE) com consumos superiores a 500 toneladas equivalentes de petróleo por ano e prevê que estas estabeleçam e executem Planos de Racionalização dos Consumos de Energia (PREn).

O PREn é elaborado com base nos relatórios das auditorias energéticas obrigatórias, e estabelece metas relativas às Intensidades Energética e Carbónica e ao Consumo Específico de Energia, sempre que aplicável.

De acordo com o cumprimento, ou não, destas metas, o SGCIE prevê uma série de especificidades que podem ser encontradas na página *Web* construída para o efeito. [Adene;2010]

### **3.5. Conclusões**

Tendo em consideração tudo o que foi referido neste capítulo, chega-se à conclusão que um conceito como um portal online de gestão de energia permite maximizar melhorias na eficiência energética, independentemente do tipo de Instalação industrial, solucionando os problemas de retenção de custos, falta de informação, e desaproveitamento da integração das TIC nos processos industriais.

Tal é conseguido, sobretudo, recorrendo a três pilares de desenvolvimento:

- 1. Aquisição de dados em tempo real:** Através da instalação de aparelhos de medição de consumos, com comunicação para uma base de dados num computador, o conceito proporciona informações a nível dos processos de fabrico, beneficiando das análises em tempo real. A instalação de aparelhos de monitorização e medição envolve, contudo, determinados investimentos iniciais que, com o avanço da tecnologia nesta área, se espera serem reduzidos.



2. **Software de Gestão de Energia:** Através do desenvolvimento de um *software* de gestão de energia, pode-se agregar a aquisição de dados a processos de cálculo que permitem traçar evoluções de consumo, identificar problemas e soluções, e simular mudanças no comportamento energético, com base nos históricos das facturas. Quando agregado a uma plataforma de aquisição de dados em tempo real, o *software* permite, entre outros:

- Informar sobre contagem global de energia eléctrica;
- Calcular automaticamente consumos totais;
- Calcular automaticamente custos associados aos consumos totais;
- Gerar automaticamente relatórios de consumos específicos;
- Editar e envio automático de relatórios para diferentes utilizadores;
- Gerar automaticamente alarmes;
- Calcular o consumo específico de diferentes unidades, independentemente da sua localização;
- Determinar de custos específicos;
- Benchmarking entre diferentes localizações;
- Agregar de consumos e respectivos custos;
- Estabelecer de metas e objectivos e vigiar o seu cumprimento;

Pretende-se que este tipo de softwares, quando desenvolvidos para a internet, tenha capacidade para permitir comunicação bilateral entre consumidores e fornecedores de energia, explorando todas as vantagens implícitas a esta sinergia.

Pretende-se ainda que esteja integrado na legislação energética industrial em vigor de modo a auxiliar no cumprimento das metas estabelecidas pelas principais organizações mundiais no combate às alterações climáticas e à dependência de combustíveis fósseis.

No entanto, este tipo de softwares exige um conhecimento aprofundado pela parte do programador na área da gestão de energia, no sector industrial, e são necessárias várias competências de modo a apresentar todo o tratamento de dados da forma mais clara possível, sem comprometer a integração com o sistema de aquisição de dados em tempo real, caso ele exista.



- 3. Plataforma de conhecimento:** O software deve possuir uma extensa e válida base de dados informativa sobre as tecnologias actualmente disponíveis para gestão de energia no sector e medidas que podem ser tomadas para melhorar a eficiência energética. Deste modo, o problema da falta de informação, ou informação dispersa, é resolvido.

Desta maneira, incluindo tudo o que foi referido, o portal garante o cumprimento de todos os objectivos a que se propõe sendo, por isso, um exemplo de como as TIC podem servir como agentes dinamizadores do processo de mudança e melhoria de eficiência energética.



## 4. Concretização da Solução proposta

### *Projecto do Simulador Informatizado de Gestão de Energia na InterNet*

A materialização do conceito *Portal Online de Gestão de Energia*, definido no capítulo anterior, teve o seu arranque sob o nome de *Simulador Informatizado de Gestão de Energia na InterNet* (SIGENet):



Figura 2 – Logótipo do SIGENet

No desenvolvimento desta aplicação *Web* várias opções tiveram de ser tomadas, nomeadamente a nível de escolhas das plataformas que suportam a estrutura da aplicação, do tipo de software desenvolvido, e das funcionalidades de todo o sistema.

Ao longo deste capítulo pretende-se fundamentar todas estas escolhas, explicar como foi desenvolvido o SIGENet, e mostrar quais as suas potencialidades para a melhoria da eficiência energética de uma Instalação consumidora.

#### 4.1. Portal *web*

Como já foi referido, para criar um portal *Web* é necessário desenvolver páginas em HTML com outras linguagens associadas, como o PHP e o SQL.

O *Adobe DreamWeaver*, antigo *Macromedia DreamWeaver*, é um software poderoso de criação de páginas HTML dinâmicas, já que permite a integração quase automática de outras linguagens de programação. Como funciona sob a linha de softwares WYSIWYG (*What You See Is What You Get*) permite a programadores com pouca experiência criar páginas *Web* de um modo simples e directo, já que permite ver em tempo real o aspecto da página através de um modo que se divide entre a programação por código e a programação automática de formas e objectos.



Utilizando o *Adobe DreamWeaver*, criaram-se todas as páginas *Web* do SIGENet. Estas páginas estão alojadas no servidor do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro e permitem aceder ao SIGENet através do endereço:

<http://ims.mec.ua.pt/sigenet/index.html>

As páginas do SIGENet, bem como os seus detalhes gráficos e conteúdos de interesse, podem ser consultadas no *Anexo A: SIGENet*.

Ainda relembrando o que foi explicado no capítulo anterior, um portal online de gestão de energia deve estar orientado sob três pilares de desenvolvimento, sendo eles:

1. Monitorização de consumos e produção;
2. Software de Gestão de Energia;
3. Plataforma de conhecimento.

Nos próximos subcapítulos, explica-se como o SIGENet foi desenvolvido, tendo em consideração estas três linhas de orientação.

## **4.2. Diagnóstico energético**

Sendo o diagnóstico energético a primeira etapa, e mais importante, de uma auditoria energética, e de qualquer processo com vista à melhoria da eficiência energética de uma determinada Instalação, pretende-se que o SIGENet possua toda a informação relativa aos fluxos de energia da Instalação em análise, seu fluxograma produtivo e inventário de equipamento consumidor, de modo a conhecer quando, como, e aonde é que a energia é consumida.

Dentro deste objectivo, foi desenvolvido o anteprojecto do que seria o software de monitorização do processo produtivo de uma Empresa.

No entanto, este *software* não possui ainda a flexibilidade necessária para se ajustar a qualquer tipo de Instalação, como é o que se pretende, e, para além disso, a obtenção e instalação de equipamentos de medição e monitorização, implica investimentos nesta área, o que contradiz um dos objectivos da solução proposta: ser uma plataforma de custo nulo.



Por este motivo, e diversas dificuldades na escolha, instalação e monitorização destes equipamentos, o SIGENet não possui aquisição de dados em tempo real.

No entanto, o anteprojecto desenvolvido pode ser consultado no *Anexo D: Módulo Fábrica*, já que o seu formato pode actualmente ser utilizado para conhecer várias características da situação energética da Empresa, nomeadamente:

1. Posição da Empresa no sector em que opera;
2. Produtos da Empresa e suas características;
3. Fluxograma Produtivo;
4. Consumo energético por centro de custos, por linha de fabrico e por equipamento;
5. Contributo de cada equipamento no consumo global de energia;
6. Informações sobre processos e equipamentos;
7. Informações e compreensão da rede de energia eléctrica, de ar comprimido e de distribuição de vapor;
8. Informações sobre unidades de Cogeração;
9. Informações gerais sobre Gestão de Energia na Indústria e Auditorias Energéticas;

Visto que a aquisição de dados, pelas razões acima mencionadas, não existe no SIGENet, todo o seu desenvolvimento foi baseado no segundo e terceiro pilar do conceito *Portal Online de Gestão de Energia*, sendo um *website* fundamentalmente dividido em duas secções:

1. Gerador online de relatórios;
2. Download de simulador de gestão de energia.

Cada uma destas secções será explicada de seguida.

### **4.3. Gerador *online* de relatórios**

Ao aceder à aplicação “Simulador” do SIGENet, o utilizador tem acesso à aplicação online *Simulador Informatizado de Gestão de Energia* (SIGE).

O objectivo desta aplicação é permitir o download de relatórios energéticos após o utilizador ter inserido os dados de consumo e facturação do ano que pretende analisar. Estes dados são obrigatórios, exigidos página a página, e confirmados antes que o utilizador possa aceder às páginas onde lhe é permitido fazer o download dos respectivos relatórios.



O objectivo principal destes relatórios é fornecer ao utilizador análises concretas, específicas e detalhadas dos seus consumos de energia e de que modo esses consumos afectam os custos da Empresa e as emissões de GEE para atmosfera. Para além disso, têm a capacidade de simular algumas medidas de optimização energética.

Para cumprir com os objectivos acima citados, os relatórios têm de conter na sua programação todo o cálculo necessário para tratar os dados introduzidos pelo utilizador e apresentá-los de modo a que este consiga retirar as várias conclusões pretendidas. O *software* informático que mais se adequa, pelo seu potencial em cálculo matemático e apresentação gráfica de resultados, a esta tarefa é o *Microsoft Office Excel*.

O *Microsoft Office Excel 2007* é uma aplicação que faz parte do pacote de aplicações *Office 2007*, distribuído pela *Microsoft* para o sistema operativo *Windows*, e que permite cálculos, criação de tabelas, gráficos e ainda outras funcionalidades mais avançadas de muita utilidade. A linguagem de programação usada para a validação dos dados, criação de janelas ou mensagens de aviso, foi a linguagem *Visual Basic for Applications* (VBA).

O *Visual Basic* é uma linguagem de programação que combina componentes visuais, ou controlos, em formulários e, através da especificação de atributos e acções para esses componentes, permite criar programas simples sem ser necessário ao programador escrever muitas linhas de código.

Já o VBA é uma adaptação do *Visual Basic* à maioria das aplicações do *Microsoft Office* e permite, entre muitas outras funcionalidades, construir funções, automatizar processos, aceder a bases de dados externas, manipular interfaces, criar menus e barras de ferramentas interactivas, ou ainda manobrar com formulários e operações previamente construídas.

Apesar de tudo isto, existem várias limitações na programação de relatórios em *Microsoft Excel*.

Alguns algoritmos e modelos, de cálculos e análise estatística mais avançados, não podem ser implementados através do sistema de páginas que o *Excel* disponibiliza. Para além disso, existem várias limitações relacionadas com os dados. Estes são difíceis de duplicar e validar e a sua apresentação pode ser bastante limitada pelas poucas funcionalidades da plataforma.

No entanto, o *Microsoft Excel* é a plataforma ideal para aplicações que operam com cálculos simples, o que é o caso dos relatórios disponibilizados pelo SIGE. Para além disso, possui um interface simples e com acesso a várias representações gráficas, sendo, sobretudo,





acessível universalmente e muito fácil de usar, principalmente por programadores pouco experientes.

Um exemplo das potencialidades do *Excel* na criação de *softwares* ligados à área da eficiência energética é o *Retscreen® International*.

O *Retscreen® International* é uma ferramenta de suporte à decisão desenvolvida pela *Natural Resources Canada* em parceria com diversas organizações e especialistas do governo, da indústria, e do mundo académico, das quais fazem parte a *NASA*, e o *WorldBank*.

Trata-se de um *software* desenvolvido em *Microsoft Excel*, fornecido sem custos, que pode ser usado universalmente para avaliar a produção e economia de energia, os custos durante o tempo de vida, e a redução das emissões para vários tipos de tecnologias eficientes ou renováveis, fazendo ainda uma análise financeira e de risco.

No caso do SIGE, a análise ao histórico de facturação de consumos é feita com base nos vectores energéticos primários combustíveis e electricidade. Para além disso, o SIGE permite cruzar estes históricos de consumo e facturação com o histórico da produção da Empresa de modo a analisar consumos, custos, e emissões específicas.

Assim, o SIGE está dividido em três relatórios:

1. Relatório Electricidade;
2. Relatório Combustíveis;
3. Relatório Anual.

Esta divisão modular, por vector energético e produtivo, proporciona um interface simples e resumido, facilitando a utilização por utilizadores com menores conhecimentos de informática, e a usabilidade do programa que se torna assim numa plataforma de fácil acesso e que garante que as análises são efectuadas sem qualquer tipo de erro.

Como o SIGE envolve a comunicação entre páginas em HTML e PHP e ficheiros no formato *Excel*, antes de se criar a aplicação *Web* propriamente dita, foi necessário desenvolver competências na área da programação em PHP e testar a comunicação entre o portal e os ficheiros em *Excel*.

Para que essa comunicação exista é necessário definir uma ligação ODBC<sup>17</sup>.

O ODBC possui uma implementação específica da linguagem SQL com a qual a aplicação pode comunicar com a base de dados de forma transparente, permitindo, por

---

<sup>17</sup> Uma ligação ODBC (*Open Data Base Connectivity*) é um padrão para acesso a sistemas de gestão de bases de dados. Este padrão define um conjunto de interfaces que permitem o uso de linguagens de programação, como o *Visual Basic*, capazes de utilizar estas interfaces, para ter acesso a uma vasta gama de bases de dados distintas sem a necessidade de codificar métodos de acesso especializados.



exemplo, que um mesmo programa possa utilizar simultaneamente o *MySQL*, o *Excel* e o Servidor SQL sem a necessidade de mudanças na sua camada de dados.

É de salientar que a apresentação dos relatórios foi tida em consideração, já que uma dificuldade encontrada na aceitação comercial das TIC, como referido no segundo capítulo da presente dissertação, é a falta de ferramentas intuitivas que permitem ao utilizador, não familiarizado, não se perder no meio das potencialidades oferecidas. Para além disso, um design apelativo proporciona uma interface mais cativante e pode ajudar na simplicidade do próprio programa.

Explica-se, de seguida, os conteúdos e potencialidades de cada Módulo do SIGE. Para detalhes de funcionamento, grafismo, e conteúdo de cada página *Web* do SIGE, e dos três relatórios, consulte-se o *Anexo B: SIGE*.

#### **4.3.1. Relatório Electricidade**

A electricidade, desde que surgiu, que tem vindo a assumir um papel fundamental no desenvolvimento e manutenção da sociedade como a conhecemos, sendo, principalmente, consumida no sector da indústria. [Gaspar;2004]

Actualmente, em Portugal Continental coexiste em simultâneo o Mercado Livre e o Mercado Regulado de energia eléctrica, o que faz com que todos os consumidores possam, actualmente, negociar os seus contractos com um distribuidor de energia eléctrica no Mercado Livre ou permanecer no Mercado Regulado e pagar as tarifas de último recurso<sup>18</sup>. [Erse;2010]

A *EDP Serviço Universal* é a Empresa do *Grupo EDP* que compra e vende energia eléctrica e exerce a sua actividade no mercado regulado como comercializador de último recurso.

As tarifas reguladas têm os seus preços fixados anualmente pela Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos (ERSE) que é um organismo público cujo propósito é a regulação dos sectores do gás natural e da electricidade [Erse;2010]

---

<sup>18</sup> Como comercializador de último recurso, a Empresa tem a obrigação de garantir o fornecimento de electricidade a todos os consumidores que o solicitem, mesmo quando existem outros fornecedores no mercado. (ERSE - Liberalização do Sector)



Estas tarifas definem custos variáveis ao longo do dia para a energia consumida, para a potência média requisitada à rede, e um termo tarifário fixo. [Edp;2010a]

A maioria das Empresas nacionais opera no regime de Média e Alta Tensão. Tanto para um regime como para o outro, os diferentes campos de uma tarifa da *EDP Serviço Universal* são os seguintes:

- Potência em Horas de Ponta (EUR/kW por mês) - Quociente entre a energia activa fornecida em horas de ponta e o número de horas de ponta no período a que a factura respeita. [Edp;2010a]
- Potência Contratada (EUR/kW por mês) – Potência que o distribuidor coloca em termos contratuais à disposição do cliente. Corresponde à máxima potência activa média em kW, registada em qualquer intervalo ininterrupto de quinze minutos, durante os últimos doze meses. [Edp;2010a]
- Energia Activa (EUR/kWh) - Energia activa consumida em determinado período horário de entrega de energia eléctrica (horas de ponta, horas cheias, horas de vazio normal e horas de super vazio). [Edp;2010a]
- Energia Reactiva fornecida e consumida (EUR/kvarh) – Energia reactiva consumida que, nas horas fora de vazio, excede 40% da energia activa transitada no mesmo período. [Edp;2010a]
- Termo tarifário fixo (EUR/mês) – Custo de contratação, leitura, facturação e cobrança. [Edp;2010a]

O tarifário incide sobre as facturas de consumo, que são enviadas mensalmente para a Empresa pelo fornecedor de energia eléctrica, de acordo com a Lei n.º 12/2008, de 26 de Fevereiro de 2008. [Erse;2010]

Os diferentes campos que fazem parte dessas facturas são:

- Potência Contratada
- Potência Tomada em Horas de Ponta
- Potência Tomada em Horas de Vazio
- Potência Tomada fora das horas de vazio



- Energia Activa em Horas de Ponta
- Energia Activa em Horas de Cheia
- Energia Activa em horas de Vazio Normal
- Energia Activa em horas de Super Vazio
- Energia Reactiva consumida fora do vazio
- Energia Reactiva fornecida em vazio
- Factor de Potência

De acordo com o regime de consumo da Empresa, esta pode escolher uma de entre três opções tarifárias:

1. Curtas Utilizações;
2. Médias Utilizações;
3. Longas Utilizações.

Para além das opções tarifárias o consumidor de energia eléctrica em Média e Alta tensão pode ainda escolher de entre três opções horárias:

1. Ciclo Semanal;
2. Ciclo Semanal Opcional;
3. Ciclo Diário.

Estes ciclos diferem no número de horas de ponta, cheia, vazio normal e super vazio, nos dias semanais e fins-de-semana, e estão em vigor desde 28 de Dezembro de 2009. [Erse;2010]

No que diz respeito ao contracto de consumo de energia eléctrica (distribuidor, opção tarifária e opção horária) este nem sempre é o que minimiza os custos da factura de energia eléctrica.

Com os dados de consumo e facturação pode-se estudar e implementar soluções para baixar o custo médio do kWh na factura de energia, reduzindo custos e contribuindo para a eficiência global do sistema eléctrico de energia.

Passa-se a descrever essas soluções:



#### 4.3.1.1. Optimização de Potências e Energia Activa consumida:

A primeira solução diz respeito à optimização de potências e energia activa consumida.

Existem casos em que um consumo substancial de energia eléctrica pode ser transferido das horas de ponta para as horas de cheia, de vazio ou de supervazio, consoante a flexibilidade do processo fabril. [Gaspar;2004]

Se existirem grandes diferenças nas percentagens mensais de energia consumida nesses quatro períodos, tal diferença pode dever-se a exigências da produção ao longo do ano mas também pode significar falta de controlo em relação à forma como a energia é consumida. [Gaspar;2004]

Em geral, para verificar se a opção tarifária é a ideal para a Empresa consumidora basta considerar os valores dos consumos registados nas facturas e recalculá-los a quantia a pagar, substituindo os custos específicos do tarifário pelos seus correspondentes de outras opções tarifárias. [Gaspar;2004]

Comparando o custo por kWh de energia activa de cada opção de utilização consegue-se perceber, com um parâmetro apenas, qual a utilização que se enquadra melhor a um determinado perfil de consumo. Com estes cálculos também é fácil perceber as poupanças que surgem quando se muda para a opção tarifária mais vantajosa. [Gaspar;2004]

De acordo com o horário de funcionamento da instalação, as facturas, e o tarifário de electricidade, pode-se calcular quantas horas é que a Empresa funciona em cada período horário e calcular os custos provenientes desse funcionamento. O mínimo custo estima com bastante precisão a opção horária mais vantajosa para a Empresa. [Gaspar;2004]

No entanto, a melhor maneira que o consumidor industrial tem de definir o ciclo que melhor se adequa ao seu consumo de electricidade é usando diagramas de carga. [Gaspar;2004]

Um diagrama de carga traduz a variação do consumo de energia ao longo das diferentes horas do dia. Este diagrama, na prática, só pode ser traçado com o auxílio de equipamento de medição adequado, instalado na Instalação Consumidora e estando a funcionar ao longo do dia, no entanto, dividindo o consumo total de energia activa pelos diferentes períodos horários, de meia em meia hora, para cada ciclo horário, consegue-se obter uma boa aproximação a um diagrama de carga típico. [Gaspar;2004]

Depois de definida qual a melhor opção tarifária para a Empresa, existem ainda alterações à sua factura de energia eléctrica que podem ser tomadas.



A primeira diz respeito à potência contratada.

A potência contratada em kW tem de ser maior ou igual a 50% da potência instalada em fábrica, medida em kVA, assim, entende-se que a situação de mínimo custo ocorre quando a potência contratada (PC) iguala a potência tomada (PT). [Gaspar;2004]

A solução mais adequada é a determinação da potência mínima a contratar, assegurando que não é tomada uma potência superior a esta. [Gaspar;2004]

Se nas facturas existirem discrepâncias significativas entre cada mês na PC e na PT, e, se as facturas de mais de doze meses mostrarem que o consumidor está com uma potência tomada muito abaixo do valor da potência contratada, a Empresa deverá pedir a redução desse valor ao fornecedor de electricidade. [Gaspar;2004]

#### 4.3.1.2. Optimização de Energia Reactiva consumida:

A segunda alteração à factura de energia é relativa ao consumo desnecessário de energia reactiva.

A energia reactiva é uma energia não dissipada que corresponde à energia armazenada nos enrolamentos do motor sob a forma de energia magnética necessária para produzir o campo magnético que origina o fluxo magnético necessário ao funcionamento de um motor. [Gaspar;2004].

Sendo assim, a energia reactiva é uma forma de energia eléctrica que não produz trabalho mas é necessária à maioria dos equipamentos eléctricos ou electromecânicos instalados em unidades industriais, sendo, por isso, consumida e contabilizada fora das horas de vazio. [Gaspar;2004]

Quando um consumidor industrial contrata uma determinada potência ao distribuidor de energia, na maior parte dos casos ela não é totalmente transformada em trabalho, visto que a relação entre a potência fornecida e as potências consumidas não é linear, sendo antes uma soma vectorial entre a potência activa e reactiva, como se esquematiza na figura seguinte:

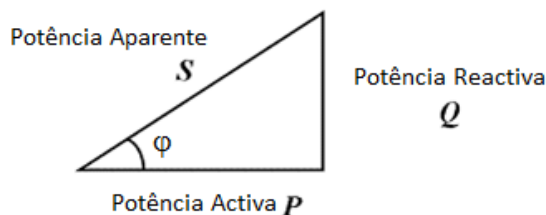


Figura 3 – Triângulo de Potências

O factor de potência de uma instalação,  $\cos\phi$ , representa a razão entre a potência activa consumida e a potência total fornecida. [Gaspar;2004]

Podemos considerar então, de uma forma grosseira, o factor de potência como sendo uma medida do rendimento de uma instalação industrial, sendo que esse rendimento aumenta com a diminuição da Potência Reactiva e conseqüente aproximação da potência activa à potência fornecida. [Gaspar;2004]

Assim, numa instalação com factor de potência unitário, toda a energia consumida é energia activa, sendo que toda a energia contabilizada pelo distribuidor de energia é energia útil para produzir trabalho. [Gaspar;2004]

No entanto, em instalações onde existam receptores reactivos, o factor de potência da instalação é sempre inferior à unidade. O seu valor varia de instalação para instalação e, até dentro da mesma instalação, o seu valor pode ser diferente de um local para o outro, consoante as características eléctricas dos aparelhos utilizados, podendo estes consumir diferentes níveis de energia reactiva. [Gaspar;2004]

Cabe ao distribuidor de energia referenciar o valor de factor de potência (Actualmente 0,928 – Facturação no mercado regulado, do distribuidor de energia EDP). Em instalações que possuam factores de potência inferiores ao valor referenciado, o distribuidor de energia factura, além da energia activa, o excedente de energia reactiva consumida e a totalidade da energia reactiva fornecida em período de vazio.

Esta facturação justifica-se devido aos inconvenientes dos efeitos da energia reactiva nas redes eléctricas. [Gaspar;2004]

Com o aumento de energia reactiva advém um aumento nas perdas na rede, ocorrem sobrecargas frequentes, e existe sobreaquecimento dos dispositivos de comando e protecção das redes eléctricas.

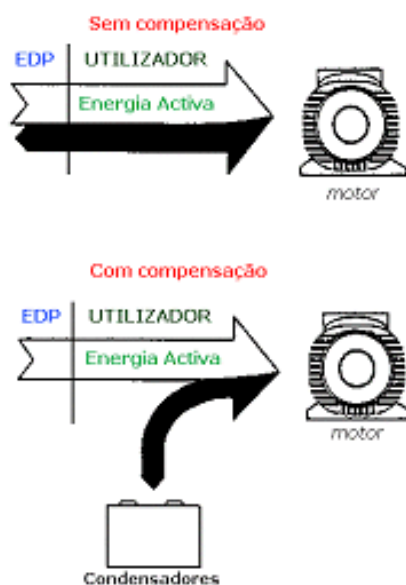


Sendo assim, para satisfazer os pedidos de energia reactiva, a Empresa produtora tem que proceder a investimentos suplementares na produção e na distribuição de energia eléctrica, que necessariamente se repercutem em condições tarifárias mais gravosas para os consumidores. [Gaspar;2004]

A energia reactiva, ao sobrecarregar uma instalação eléctrica de baixo factor de potência inviabiliza a sua plena utilização, condicionando futuras ampliações. [Gaspar;2004]

Assim, seria economicamente mais vantajoso fazer subir o factor de potência ao nível de cada receptor, evitando assim o trânsito de energia reactiva pelos cabos de alimentação, reduzindo as perdas energéticas por aquecimento e incrementando a sua capacidade de transporte. [Gaspar;2004]

Por tudo o que foi dito acima, as tarifas eléctricas para os consumidores de grandes quantidades de energia reactiva encorajam-nos fortemente a produzirem eles próprios energia reactiva, a um preço mais competitivo, instalando geradores autónomos de energia reactiva – Baterias de Condensadores – de modo a fazerem a compensação do factor de potência, como se pode ver no desenho esquemático abaixo:



**Figura 4** – Esquema da compensação do factor de potência por baterias de condensadores

No entanto, quando existem instalados condensadores a mais, ou quando os equipamentos são desligados, permanecendo os condensadores ligados, a instalação eléctrica fornece energia reactiva, tornando o factor de potência capacitivo. [Gaspar;2004]





Para calcular a Potência de Compensação que a bateria de condensadores terá que fornecer ao sistema considere-se o triângulo de potências enunciado acima e uma instalação que absorve uma potência aparente  $S_1$ , para alimentar uma potência activa de carga  $P_1$ . O factor de potência  $\cos\phi_1$  da instalação será:

$$\cos\phi_1 = \frac{P_1}{S_1}$$

A potência reactiva é obtida através de:

$$Q_1 = P_1 \times tg\phi_1$$

Se pretendermos compensar o factor de potência para um valor superior ( $\cos\phi_2$ ), a potência reactiva correspondente a essa nova situação será:

$$Q_2 = P_1 \times tg\phi_2$$

A diferença entre os dois valores será exactamente igual à potência que a fonte de energia reactiva (bateria de condensadores) terá que fornecer ao sistema. Designando esta potência por  $Q_c$ , virá:

$$Q_c = P_1 \times (tg\phi_1 - tg\phi_2)$$

Em que  $P_1$ , a potência activa de carga, é a Potência Tomada fora do vazio que vem discriminada na factura.

No entanto, a bateria de condensadores terá que fornecer ao sistema diferentes valores de potência, consoante as necessidades de consumo de energia nos diferentes períodos horários.

Sendo assim, para calcular um valor de potência admissível para que uma bateria de condensadores suprima todas as necessidades de consumo, ou se atribui um coeficiente de segurança (20% por exemplo) ou tem de se entrar com os diferentes parâmetros de Energia Reactiva facturados (consumida fora de vazio e fornecida em vazio) e horário de funcionamento da instalação.

O cálculo do  $Q_c$  torna-se então:



$$Q_c = \left( \frac{\text{Energia Reactiva Total}}{\text{n}^\circ \text{ de horas de funcionamento}} \right) / \text{n}^\circ \text{ de dias /mês}$$

Conclui-se, portanto, que é conveniente analisar mensalmente a factura de electricidade, de forma a verificar o valor do factor de potência pois, de um momento para o outro, por avaria duma bateria de condensadores ou pela instalação de novos equipamentos, o factor de potência pode tornar-se inferior ao limitado pelo distribuidor de energia, dando lugar, de imediato, ao pagamento de energia reactiva. [Gaspar;2004]

É de salientar que a instalação de condensadores é a solução que mais frequentemente se utiliza e a que se adapta à maioria dos casos, no entanto, existem situações especiais em que o recurso a esta solução não é a mais adequada, devendo nestes casos, utilizarem-se equipamentos especiais, tais como a compensação síncrona ou a compensação com electrónica de potência e filtros de supressão de harmónicos. [Gaspar;2004]

A distorção harmónica pode criar condições de instabilidade na rede pública de energia eléctrica pelo que a sua filtragem pode ser exigida pelo distribuidor. [Gaspar;2004]

As baterias de condensadores para compensação da potência reactiva podem ser modificadas de forma a também fazerem a compensação das distorções harmónicas, ficando assim assegurada em simultâneo a compensação das potências reactiva e de distorção. [Gaspar;2004]

#### 4.3.1.3. Conclusões:

O relatório Electricidade foi desenvolvido para Utilizadores em regime de Média e Alta tensão que têm o fornecedor de último recurso como fornecedor de energia eléctrica. No entanto, se os parâmetros facturados pelo distribuidor forem os mesmos que o fornecedor de último recurso, o relatório também se adapta a utilizadores no mercado liberalizado, já que permite introduzir os valores facturados pelo fornecedor.

Tendo por detrás todos os conhecimentos referidos sobre o consumo de electricidade e oportunidades de melhoria de eficiência energética, através da sua integração na



plataforma *Microsoft Excel*, com o auxílio da programação em VBA, o Relatório Electricidade consegue fornecer ao utilizador várias análises e simulações, nomeadamente:

- Utilização em vigor;
- Utilização mais vantajosa;
- Poupança na mudança de utilização;
- Custo específico de cada utilização;
- Distribuição de energia activa pelos diferentes períodos horários;
- Distribuição de custos com energia activa pelos diferentes períodos horários;
- Análise de custos de cada utilização;
- Ciclo em vigor;
- Ciclo mais vantajoso;
- Poupança na mudança de ciclo;
- Perfil de utilização horária para cada ciclo;
- Custos de um dia típico;
- Diagramas de carga para cada ciclo;
- Diminuição possível de potência contratada;
- Poupança obtida com a redução de potência contratada;
- Distribuição mensal de potências e relação com potência contratada;
- Redução possível na quantidade global de energia reactiva;
- Poupança obtida com a eliminação da quantidade global de energia reactiva;
- Distribuição de custos com consumos e fornecimentos de energia reactiva;
- Distribuição mensal do factor de potência;
- Simulador de compensação de factor de potência (investimentos, tempo de retorno, catálogo de equipamentos);

Deste modo, o relatório assegura que o utilizador tem acesso a uma compreensão detalhada do consumo de electricidade na sua Empresa para que este possa tomar decisões fundamentadas para diminuir esse consumo e aumentar a eficiência energética global da Instalação.



#### 4.3.2. Relatório Combustíveis:

Apesar das crises petrolíferas na História da humanidade, desde 1861 que o preço do barril de petróleo tem vindo a marcar um percurso ascendente na tabela de preços,

O consumo e o preço têm vindo a aumentar mas, por outro lado, a produção tem vindo a diminuir, tanto na OPEP, com maior enfoque na Arábia Saudita, como no resto do mundo, com excepção dos países da Ex-União Soviética. [Energy;2008]

No que diz respeito aos derivados do petróleo, as trocas internacionais de crude e de produtos refinados têm vindo a aumentar, apesar dos cortes da produção na OPEP e do aumento do consumo doméstico dos países exportadores de petróleo. A maior parcela deste crescimento tem sido nos produtos refinados, um reflexo do desequilíbrio e das limitações do sistema de refinação mundial. [Energy;2008]

A importância da indústria no consumo do petróleo e seus derivados reflecte-se numa estrutura dominada por algumas grandes indústrias fortemente consumidoras e de baixo valor acrescentado, como é o caso, entre outras, das indústrias cimenteira, cerâmica, vidreira, siderúrgica, química, ou da pasta de papel, predominando nos restantes subsectores a existência de um grande número de pequenas e médias indústrias cuja actividade é fortemente influenciada pelas oscilações conjunturais da economia. [Gaspar;2004]

A volatilidade do mercado da energia obriga as indústrias a responder a cada alteração e a mudarem os seus processos de consumo, o que se traduz numa transformação do contexto socioeconómico<sup>19</sup>. [Gaspar;2004]

Sendo assim, é fundamental que haja um registo e uma análise constante dos combustíveis consumidos, os seus custos e suas relações com o ambiente. Só assim é que se podem fundamentar decisões com vista a otimizar o rendimento da instalação consumidora, tomar atitudes sustentáveis e ajustar a Empresa à flexibilidade do mercado energético.

De entre a vasta gama de combustíveis usados no sector industrial, aqueles que, a par da situação energética de Portugal, mais se destacam em consumo, são os combustíveis fósseis.

No entanto, as limitações do sistema de refinação mundial, a necessidade de combustíveis, e a preocupação crescente com o ambiente característica da nova era, levaram

---

<sup>19</sup> Prova desta transformação é o caso do Japão que, sendo dos países que mais sofreu com as crises energéticas, actualmente é o que apresenta maior índice de eficiência energética, tendo visto o seu desenvolvimento assentar na tecnologia e electrónica, após a crise de 1973 ter limpado do mapa as indústrias petrolíferas japonesas. (ENERGY - BP Statistical Review of World Energy)



à integração das vertentes ambientais nas estratégias Empresariais, sendo esse um imperativo para se alcançar uma competitividade sustentada da indústria, pressupondo em muitos casos a adoção de tecnologias novas e mais limpas que as dependentes de combustíveis fósseis, como são o caso das tecnologias e equipamentos consumidores de biomassa<sup>20</sup>. [Energia;2010]

Neste sentido, o Relatório Combustíveis deve contemplar a possibilidade da Empresa consumir não só combustíveis fósseis mas também combustíveis de fontes renováveis como é o caso da biomassa.

Para além disso, a análise das facturas de combustível permite, sobretudo, identificar períodos de maiores consumos, oportunidades de substituição de alguns combustíveis por outros menos poluidores, flutuações nos preços dos combustíveis de modo a ajustar as características da Empresa a essas flutuações, e quais os principais responsáveis pelo *mix* energético da Empresa, entre outros.

O Relatório Combustíveis foi desenvolvido para utilizadores que consumam combustíveis de entre uma vasta gama de combustíveis tipicamente utilizados no sector da indústria, nomeadamente:

- Gás Natural;
- Fuelóleo;
- Gasóleo;
- Gás Propano;
- Gás Butano;
- Petróleo bruto;
- Coque de petróleo;
- Coque de carvão;
- Nafta
- Condensados de gasolina;
- Biomassa (madeira e derivados);

Tendo, cada um deles, determinadas propriedades específicas, nomeadamente:

- Poder Calorífico Inferior (PCI) – Quantidade de energia em forma de calor libertada por unidade de massa na oxidação de um combustível.

---

<sup>20</sup> O termo biomassa abrange os combustíveis derivados de organismos vivos transformados em material orgânico acumulado num ecossistema a curto prazo como é o caso da madeira ou das cascas de várias plantas. Excluem-se os combustíveis fósseis já que estes não se renovam a curto prazo.



- Densidade – A densidade é a quantidade de massa presente numa unidade de volume.
- Factor de Emissão (FE) – Quantidade de emissões libertadas para a atmosfera por unidade de energia consumida.

Tendo em vista a opção por combustíveis de elevado teor energético e baixo factor de emissão, o Relatório Combustíveis, através da plataforma *Microsoft Excel*, com o auxílio da programação em VBA, consegue fornecer ao utilizador várias análises dos seus consumos e custos, tanto a nível particular como a nível do *mix* de combustíveis, nomeadamente:

- Consumos de energia em Gigajoule (GJ);
- Consumos de energia em toneladas equivalentes de petróleo (tep);
- Custos dos consumos;
- Emissões dos consumos;
- Evolução do preço dos combustíveis
- Poder Calorífico Inferior e Factor de Emissão;
- Médias de consumo;
- Meses de máximo e mínimo consumos;
- Peso de cada combustível no consumo total;
- Peso de cada combustível nas emissões totais;
- Peso de cada combustível no custo total;
- Conclusões anuais do *mix* de combustíveis;

Deste modo, o Módulo assegura que o utilizador tem acesso a uma compreensão detalhada dos consumos de combustíveis na sua Empresa para que possa tomar decisões fundamentadas para diminuir esse consumo e aumentar a eficiência energética global da instalação.

#### **4.3.3. Relatório Anual:**

Tendo em vista a influência no processo produtivo e o volume de produção no consumo de energia numa Empresa, o Relatório Anual, através da plataforma *Microsoft Excel*,



com o auxílio da programação em VBA, consegue fornecer ao utilizador várias análises dos seus consumos e custos específicos, tanto a nível particular como a nível global, nomeadamente:

- Consumo anual de energia activa;
- Custos associados a cada parcela da factura de energia;
- Distribuição da energia activa;
- Comparação entre Potência Contratada e Potência em Horas de Ponta;
- Poupanças obtidas nas mudanças horárias de produção;
- Consumo e custo específico para cada produto produzido pela Empresa;
- Consumos energéticos, custos e emissões para cada tipo de combustível e electricidade;
- Peso de cada consumo energético, custo, e emissões na factura global;
- Consumo específico, emissões específicas e custo específico para cada tipo de combustível e electricidade, para cada produto produzido pela Empresa.
- Gráfico de dispersão que relaciona a evolução do consumo energético, os custos, e as emissões com a produção;
- Intensidade Energética, Intensidade Carbónica, e Consumo Específico de Energia para cada tipo de produto produzido pela Empresa;

Deste modo, o relatório assegura que o utilizador tem acesso a uma compreensão detalhada dos consumos, dos custos e das emissões envolvidas na produção dos seus produtos, para que possa tomar decisões fundamentadas para aumentar ou manter os níveis de produção e, ao mesmo tempo, aumentar a eficiência energética global da instalação.

#### **4.4. Download de simulador de gestão de energia**

Ao aceder à aplicação "SIGEN v1.1" do SIGENet o utilizador pode fazer o download do *software Simulador Integrado de Gestão de ENergia* (SIGEN).



Figura 5 – Logótipo do SIGEN

No entanto este download só é permitido a utilizadores registados no portal.

Para se registar no portal, o utilizador tem de preencher uma página com vários dados que incluem um meio de contacto, como número de telefone ou *e-mail*. Estes dados são enviados para uma base de dados desenvolvida em *MySQL*, que só pode ser acedida pelo administrador do SIGENet, e só depois é que o utilizador pode fazer o download do SIGEN.

Esta etapa inicial no processo de download foi imposta para demonstrar como um portal online de gestão de energia pode ser usado para adquirir informação sobre utilizadores interessados nos conteúdos do portal, nomeadamente meios de os contactar para possíveis ofertas e oportunidades de negócio.

Depois de ultrapassada a fase de registo, o utilizador pode então fazer o download do *software* cuja versão é a 1.1, possuindo algumas alterações ao SIGEN original, primeiramente desenvolvido no âmbito da terceira edição do Programa GALP 2020<sup>21</sup>.

Como o próprio nome indica, o SIGEN é um simulador informático, também desenvolvido em *Excel* e *VBA*, que agrega na sua estrutura várias áreas relevantes da gestão da energia para o sector industrial.

Assim, este simulador tem, como objectivo principal, fundamentar tomadas de decisão para a melhoria da eficiência energética de uma instalação consumidora e informar o utilizador, a nível técnico e económico, sobre várias medidas de melhoria de eficiência energética existentes para o sector industrial.

---

<sup>21</sup> Com o objectivo de aumentar a sua competitividade no sector energético através de acções e tecnologias de racionalização de consumos de energia, A GALP Energia celebrou em Março do ano de 2007 um protocolo com a Universidade de Aveiro e o Instituto Superior Técnico tendo como ambição a promoção de trabalhos de investigação no âmbito das energias sustentáveis e da eficiência energética. Esse protocolo foi chamado de Programa GALP 2020 e permite que dez alunos de cada uma das universidades referidas possam estagiar, durante um período de seis meses, em vinte Empresas aderentes, de modo a estudarem, desenvolverem e implementarem tecnologias ou conceitos que melhorem a eficiência energética dessas Empresas.





Para que tal seja possível, o programa obedece a um sistema organizado de gestão de energia, com base nos dados das facturas de energia, produções mensais das Empresa, e tarifários dos distribuidores de energia.

Seguindo a lógica modular do SIGE, o SIGEN possui cinco módulos:

1. Plano de Acção;
2. Electricidade;
3. Combustíveis;
4. Relatório Anual;
5. Evolução e Legislação.

De seguida passa-a a explicar cada um deles. Para detalhes de funcionamento, grafismo, e conteúdo de cada Módulo do SIGEN e dos três relatórios, consulte-se o *Anexo B: SIGE*.

#### **4.4.1. SIGEN – Plano de Acção:**

Como visto no capítulo anterior, as maiores dificuldades encontradas nas mudanças de comportamento dos industriais são a falta de informação e a falta de dinheiro.

Na tentativa de ultrapassar estes dois desafios, o *SIGEN - Plano de Acção* é um documento de consulta com várias medidas existentes, de investimento nulo e médio, para quem pretende otimizar a sua Instalação consumidora, com vista a diminuir consumos e aplicar medidas sustentáveis nas mais diferentes áreas da energia na indústria.

Considerou-se, para efeitos práticos, que estas áreas são:

1. Planeamento – Planear e organizar uma política de eficiência energética sólida é o primeiro passo para garantir uma melhoria concreta na eficiência energética de uma Empresa.
2. Electricidade – Como já referido, a electricidade é um recurso energético comum a qualquer Empresa já que todos os equipamentos industriais possuem algum tipo de alimentação eléctrica pelo que a sua eficiente gestão é vital para garantir uma melhoria concreta na eficiência energética de uma Empresa.



3. Iluminação – A iluminação é das áreas mais descuidadas no consumo de energia numa Empresa. Quando comparada com outras aplicações consumidoras de energia, a iluminação tem um peso menor mas, mesmo assim, significativo na factura de energia, pelo que não deve ser descurada.
4. Ar Comprimido – O ar comprimido é a área mais negligenciada no sector industrial. Por exemplo, numa instalação típica, cerca de 40% do desperdício de energia advém de fugas de ar comprimido.
5. Edifícios – Os edifícios, pela sua própria arquitectura estão sujeitos a várias fugas de energia na forma de calor.
6. Aquecimento – A maior parte do consumo de energia dentro dos edifícios é para climatização, nomeadamente para aquecer espaços. Tal aquecimento pode significar consumos de energia mais elevados do que os que se verificariam nouro tipo de condições.
7. Água – A água não é um recurso energético mas a minimização do seu consumo é essencial para a sustentabilidade ambiental.
8. Veículos – As frotas de transportes são grandes consumidoras de energia no que toca aos combustíveis usados para alimentar os veículos. A par disto, diversas vezes os condutores assumem comportamentos que ainda aumentam mais o consumo de combustível.
9. Vapor – O meio mais eficaz de transportar energia térmica é sob a forma de vapor. Existem inúmeras Empresas que empregam o vapor em grande parte dos seus processos industriais.

Deste modo, apesar de não oferecer qualquer análise financeira, o módulo cumpre com o seu objectivo ao sensibilizar o utilizador para medidas de custo nulo e médio, que, abordados tecnologicamente e economicamente, contribuem para aumentos significativos na eficiência energética da Empresa.



#### **4.4.2. SIGEN – Electricidade:**

O Módulo SIGEN – Electricidade é semelhante ao Relatório Electricidade, possuindo todas as funcionalidades deste último.

Algumas destas funcionalidades também se encontram presentes noutros simuladores de gestão de energia eléctrica, nomeadamente o simulador da ERSE para facturação da electricidade para Portugal Continental, sendo este o único simulador informático encontrado para regime de Média e Alta Tensão.

No entanto, o SIGEN – Electricidade é um módulo mais completo que o simulador da ERSE porque permite análises mais detalhadas de consumos e custos. No caso dos ciclos horários, as informações dadas pelo simulador da ERSE não são conclusivas nem têm um grau tão elevado de precisão quanto a análise de diagramas de carga do SIGEN – Electricidade.

Já no caso das sugestões dadas pelo simulador da ERSE, este simula apenas uma redução de 10 e 20% no consumo de ponta, transferindo-o para o vazio. O SIGEN – electricidade não faz esta simulação porque uma análise desse tipo deve incluir não só o consumo de energia eléctrica mas também a produção da Instalação de modo a utilizar o consumo específico de energia, isto é, unidade de energia por cada produto produzido.

Apesar de contemplar consumidores de Baixa, Alta e Muito Alta Tensão, o simulador da ERSE não possui ainda qualquer referência a energia reactiva ou compensação do factor de potência, nem tão pouco faz referência ao ciclo horário mais vantajoso.

Assim, o módulo SIGEN – Electricidade torna-se uma ferramenta fiável para detecção de melhorias de eficiência na gestão de energia eléctrica, adaptável a várias Empresas consumidoras em regime de Média e Alta Tensão, tanto no Mercado Regulado como no Mercado Liberalizado, e mais completo que a maioria dos simuladores informáticos de energia eléctrica acessíveis ao público industrial em geral.

#### **4.4.3. SIGEN – Combustíveis:**

À semelhança do Módulo Electricidade, o Módulo SIGEN – Combustíveis também é semelhante ao Relatório Combustíveis presente no SIGE, possuindo todas as funcionalidades deste último.



Apesar da extensa pesquisa, não foi encontrado nenhum software nacional ou internacional que tratasse separadamente, e com o detalhe evidenciado, o consumo de combustíveis e sua influência na factura de energia e na quantidade de dióxido de carbono emitido para a atmosfera por uma Empresa.

Existem muitos simuladores informáticos de consumos de combustível mas estes recaem para o sector dos transportes.

Assim, o módulo SIGEN – Combustíveis torna-se uma ferramenta fiável para detecção de melhorias de eficiência na gestão dos combustíveis consumidos, e adaptável a várias Empresas consumidoras devido à base de dados de combustíveis que engloba.

Para além disso, fornece uma estimativa muito real dos custos e das consequências da substituição de combustíveis, ou do seu papel no mercado energético, devido às flutuações de preços que tendem mensalmente a ocorrer.

#### **4.4.4. SIGEN – Relatório Anual:**

O módulo Relatório Anual também é semelhante na sua estrutura e funcionalidades ao Relatório Anual do SIGE.

À semelhança do que aconteceu com o módulo dos combustíveis, não foi encontrado nenhum software que relacionasse o consumo de combustíveis com a electricidade e a produção, com o detalhe mostrado pelo SIGEN – Relatório Anual

Apesar de o módulo não ser tão detalhado quanto os módulos de electricidade e de combustíveis, no que diz respeito à incidência energética, permite ter um conhecimento muito real do modo como a produção depende da energia consumida e a influencia, através do consumo/custo específico.

Só com este tipo de relações é que o industrial pode alterar o seu processo produtivo e a tecnologia que opera na fábrica sem comprometer a qualidade do produto já que o que interessa é diminuir a energia consumida mas nunca diminuir a produção ou fragilizar o processo produtivo.



#### 4.4.5. SIGEN – Evolução e Legislação:

É de fácil percepção que, sendo a Empresa abrangida pelo PNALE ou pelo SGCIE, já resumidos no capítulo anterior, é forçoso que se avalie o seu progresso num espaço superior a um ano, de modo a registar as alterações no consumo energético e nas emissões de dióxido de carbono que ocorreram.

Uma evolução a mais do que um ano não só é vital para a avaliação dos pressupostos envolvidos na legislação mas também para registar a evolução dos consumos energéticos, da produção, dos custos e das emissões de dióxido de carbono envolvidas, a longo prazo.

Assim, tendo em vista a análise da evolução energética da Empresa e a sua situação face às leis estipuladas e referidas acima, o Módulo Evolução e Legislação, através da plataforma Microsoft Excel, com o auxílio da programação em VBA, consegue fornecer ao Utilizador várias análises no que diz respeito à evolução da produção da Empresa, entre dois a seis anos, do seu consumo de electricidade e combustíveis, e ainda traçar o perfil energético da Empresa e compará-lo com todas as especificidades que o SGCIE e o PNALE envolvem.

Estas análises são, nomeadamente:

- Evolução mensal e anual para cada produto produzido;
- Produção média, diária e anual da Empresa;
- Evolução mensal e anual dos custos e consumos de energia eléctrica;
- Contributo de cada ano na factura global de energia eléctrica;
- Evolução mensal e anual dos custos específicos e consumos específicos de energia eléctrica para cada produto;
- Evolução mensal e anual dos consumos energéticos, custos e emissões de cada consumível (electricidade e combustíveis);
- Evolução mensal e anual dos consumos específicos energéticos, custos específicos e emissões específicas de cada consumível (electricidade e combustíveis);
- Avaliação do cumprimento do ARCE;
- Comparação da evolução da Empresa e da evolução prevista no SGCIE;
- Evolução da Intensidade Energética, Intensidade Carbónica e Consumo Específico de Energia;
- Reembolso Possível pelo SGCIE;
- Taxas e penalizações do SGCIE;
- Evolução das Emissões da Empresa;



- Carteira de Emissões;

Deste modo, o Módulo assegura que o Utilizador tem acesso a uma compreensão detalhada dos consumos de combustíveis e electricidade na sua Empresa ao longo dos anos, e qual a sua situação face às leis nacionais estipuladas (SGCIE e PNALE) para que possa tomar decisões fundamentadas para diminuir o consumo e usufruir de todos os benefícios que as respectivas leis oferecem.

À semelhança do que aconteceu com o módulo dos Combustíveis e do Relatório Anual, não foi encontrado nenhum software que relacionasse o consumo de combustíveis com a electricidade e a produção, e ainda fizesse uma análise da situação da Empresa face ao SGCIE e ao PNALE.

Assim sendo, o Módulo Evolução e Legislação assegura que o Utilizador tem acesso a uma compreensão detalhada da evolução da sua Empresa a nível energético, de que modo as medidas de eficiência energética adoptadas no passado influenciam os consumos futuros, e como é que a lei interfere com a situação da Empresa.



## 5. Casos de Estudo

### ***O SIGENet na Empresa Cerâmica das Quintãs Lda. e na Empresa CIREs S.A.***

Após a conclusão do desenvolvimento do SIGENet, foi imperativo testar as suas potencialidades e possíveis limitações em Empresas reais.

Beneficiando da terceira edição do Programa GALP 2020, tal necessidade foi colmatada com a Empresa *Cerâmica das Quintãs Lda.* e a Empresa *CIREs S.A.*



Figura 6 – Cerâmica das Quintãs Lda.

A Empresa *Cerâmica das Quintãs Lda.* produz tijolo para o sector da construção civil, sendo o segundo maior fabricante a nível nacional, e maior fabricante da zona Norte de Portugal.

A fábrica, sediada na freguesia de Oliveirinha, no concelho de Aveiro, com uma área fabril de aproximadamente quinze mil metros quadrados, foi fundada em 1913, produzindo apenas tijolo, desde sempre, e conta, actualmente, com 33 funcionários.

A utilização do SIGENet na Empresa permitiu, sobretudo, monitorizar mensalmente os consumos de energia, apontar áreas carentes de intervenção, e validar algumas decisões da Empresa no sentido de adoptar medidas de melhoria de eficiência energética.

Já a *CIREs S.A.* foi fundada em 1960 como um empreendimento conjunto entre Empresas portuguesas e duas Empresas industriais japonesas, constituindo a primeira joint-venture industrial luso-japonesa da Europa.

Com instalações fabris sediadas no concelho de Estarreja, distrito de Aveiro, é, actualmente, a única fabricante de PVC em Portugal, representando, juntamente com as suas



Figura 7 – Cires S.A.



Empresas associadas (*Previnil, Bamiso, Cygsa, Sociprev*) um volume de negócios na ordem dos 160 milhões de euros e uma força de trabalho de cerca de 220 pessoas.

A utilização do SIGENet na Empresa permitiu, sobretudo, validar opções tecnológicas e apontar áreas de melhoria. Para além disso, tornou-se uma ferramenta de confirmação de facturas anuais.

Passa-se agora a explicar as diferentes conclusões obtidas para cada Empresa ao nível de cada Módulo e Relatório do SIGENet:

## 5.1. Electricidade

Chegou-se à conclusão, através do Relatório Electricidade, que a *Cerâmica das Quintãs Lda.* já estava sob a melhor tarifa eléctrica: Longas Utilizações e Ciclo Semanal.

No entanto, apesar de a Empresa fazer a compensação do factor de potência através de três baterias de condensadores (duas de 400 kvar e uma de 375 kvar de potência) instaladas a montante do posto de transformação, em Agosto do ano em análise, houve uma avaria nas baterias que não foi detectada durante quatro meses, devido a falta de controlo das facturas de energia. Se a supervisão do consumo de energia reactiva tivesse sido feita mensalmente com o Relatório – Electricidade, a Empresa evitaria ter de gastar mais de 17 000 euros no final do ano.

Mesmo que a avaria implicasse a substituição das baterias, tal investimento seria amortizado em menos de três meses.

De acordo com as facturas, antes de as avarias terem ocorrido, as baterias de condensadores evitaram um custo acrescido de cerca de 1 400 euros mensais. O Relatório Electricidade apontou para poupanças de 1 425 euros mensais, o que, atendendo a valores residuais, confirma o bom funcionamento do equipamento antes das respectivas avarias.

Este caso de estudo demonstra o potencial do SIGENet na monitorização de consumos de electricidade, na detecção atempada de situações irregulares, que se traduzem em custos desnecessários para a Empresa, e na sugestão de medidas de correcção, analisadas técnica e economicamente.

Já no caso da *CIRES S.A.*, o Relatório Electricidade serviu para justificar a mudança do fornecedor de electricidade da *EDP Serviço Universal* (fornecedor de último recurso) para a *EDP Corporate* (fornecedor do Mercado Liberalizado).





De acordo com o Relatório e os tarifários de ambos os fornecedores, esta mudança traduziu-se numa poupança para a Empresa de cerca de 2 000 euros mensais em Energia Activa.

Este caso de estudo demonstra o potencial do SIGENet como ferramenta de comparação entre fornecedores de energia eléctrica, tendo esta característica especial interesse já que a partir de Janeiro de 2011 irá deixar de existir o Mercado Regulado.

## 5.2. Combustíveis

Na *Cerâmica das Quintãs Lda.* o Relatório Combustíveis permitiu manter um registo dos consumos de combustível da Empresa e suas implicações, mas, para além disso, serviu para validar economicamente a opção da Empresa em diminuir o consumo de gás natural e aumentar o consumo de coque de carvão de modo a combater o crescimento elevado do preço do gás.

Utilizando o Relatório, chegou-se à conclusão que o consumo de gás natural representava 83% do consumo de combustível da Empresa. Este elevado consumo, associado a uma escalada constante do preço por metro cúbico normal do Gás Natural foi responsável, no ano de 2008, por mais de um milhão de euros em combustível.

A Empresa decidiu investir então na substituição de parte da queima de Gás Natural (cerca de 30%) por queima de coque de carvão, um combustível notavelmente mais barato mas mais poluidor.

Esta substituição, de acordo com o Relatório, poupou à Empresa mais de 21 000 euros mensais de combustível, mas teve como consequência um aumento mensal de mais de 100 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente, o que resultou numa diminuição directa de mais de 11% no saldo de Licenças de Emissão anuais atribuídas à *Cerâmica das Quintãs Lda.*

Este caso de estudo da *Cerâmica das Quintãs* expõe a vulnerabilidade das Empresas face ao mercado energético e às flutuações de preços dos combustíveis, tendo elas que se adaptarem às exigências económicas do mercado.

Para além disso, assim se demonstra o potencial do SIGENet como ferramenta que permite estudar situações de mercado e de novos desafios económicos e ambientais.

Tal potencial ainda ficou mais patente no caso da *CIRES S.A.* em que o Relatório Combustíveis serviu para avaliar a opção da Empresa em substituir a produção de vapor



através de fuelóleo por produção através de gás natural em duas caldeiras auxiliares à Cogeração.

De acordo com o Relatório, a mudança de consumo de fuelóleo para gás natural, face à flutuação de preços destes dois combustíveis nesse ano, e as exigências energéticas da produção de vapor, serviu para poupar mais de 29 000 euros mensais à Empresa, o que, de acordo com o investimento necessário para a conversão das caldeiras, se traduziu num tempo de retorno do investimento inferior a três meses.

Para além disso, tal mudança significou, em termos ambientais, um aumento directo de cerca de 2% no saldo de Licenças de Emissão anuais atribuídas à *BAMISO – Produção e Serviços energéticos S.A.*, Empresa de Cogeração da qual a *CIRES* retém 100% do capital.

### **5.3. Relatório Anual**

No caso do Relatório Anual, mais uma vez, o programa permitiu simular uma decisão já pensada pela administração da *Cerâmica das Quintãs Lda*.

Com o Relatório Anual deu para ver que o consumo específico nas horas de cheia era muito superior ao consumo específico nas horas de vazio (período nocturno). Conhecendo o processo fabril da Empresa, simulou-se a transferência horária de uma linha de produção, que representava 14% do consumo global de energia eléctrica.

Esta transferência permitiu uma poupança superior a 41 000 euros por ano sem qualquer tipo de investimentos.

Este caso de estudo demonstra a capacidade do SIGENet em simular situações de melhoria de eficiência energética que depois terão de ser sujeitas a outros tipos de análise de viabilidade.

Este tipo de análise não tem fundamento numa Empresa como a *CIRES S.A.* que funciona em regime contínuo, estando o seu processo fabril já perfeitamente optimizado.

No entanto, visto que esta Empresa produz vários tipos de PVC, denominados *grades*, de suspensão e emulsão (S-PVC e E-PVC, respectivamente), o Relatório Anual serviu como ferramenta de comparação entre os consumos, custos e emissões específicas dos vários produtos, permitindo analisar quais os processos mais consumidores e mais poluidores.

Chegou-se à conclusão que, em média, a Empresa produz 200 000 toneladas de S-PVC e apenas 10 000 toneladas de E-PVC, sendo o consumo de energia maioritariamente



usado na produção de S-PVC. No entanto, o consumo específico de E-PVC é bastante superior ao consumo específico do S-PVC, concluindo-se assim que a maioria das acções de melhoria de eficiência energética devem recair nos equipamentos e processos usados para a produção de E-PVC.

Este caso de estudo evidencia o potencial do SIGENet em analisar vários parâmetros que, como um todo, definem a situação energética da Empresa e o modo como os diferentes tipos de produtos influenciam o consumo de energia, apontando assim quais as áreas mais críticas de intervenção a nível energético.

#### **5.4. Plano de Acção**

Depois do download do Módulo *SIGEN – Plano de Acção*, chegaram-se a várias conclusões para a *Cerâmica das Quintãs Lda*.

A primeira é a definição de uma Política de Eficiência Energética.

Como Política de Eficiência Energética entende-se um conjunto de objectivos que demonstrem o empenho da Empresa em aumentar a sua eficiência energética. A *Cerâmica das Quintãs* não possui uma política deste género estruturada. Tais objectivos devem ser acordados nas reuniões de administração e expostos na fábrica para que os funcionários tenham consciência do papel da energia na fábrica.

Nesta política de eficiência energética deve figurar a vontade da Empresa em investir parte dos lucros obtidos em novas medidas e equipamento de eficiência energética, assim como o compromisso em administrar incentivos (individuais ou colectivos) às boas práticas energéticas.

Já a segunda conclusão diz respeito à designação de um funcionário da Empresa responsável pela Eficiência Energética.

Não existe nenhum funcionário da Empresa responsável pela eficiência energética, de modo que se sugere que exista alguém para controlar as facturas recebidas pelo consumo de energia. Este controlo já é feito mas é através de amostragem, sendo que a confiança nos distribuidores de energia leva a que não se verifique se todas as facturas foram calculadas correctamente.

O responsável pela eficiência energética deve possuir um conhecimento profundo sobre a energia na Empresa e os seus diferentes estágios. Para que se obtenha esse conhecimento, podem ser feitos pedidos de informação aos distribuidores dos vectores



energéticos da Empresa ou pode-se adquirir material informativo (literatura, vídeo, apresentações, etc.) na temática da “Eficiência energética na Indústria”, existente em elevada quantidade.

A terceira conclusão diz respeito ao equipamento de escritório.

Os computadores, impressoras, e equipamento associado, não são desligados quando não estão a ser utilizados. Isto traduz-se não só em energia eléctrica desperdiçada pelo próprio equipamento mas também num aquecimento ligeiro do ar ambiente, principalmente pela parte dos computadores, aumentando o uso de ventilação eléctrica e gastos associados na energia eléctrica para ar condicionado.

Aconselha-se a identificação de todos os equipamentos que possam ser desligados, a sua referenciação através de etiquetas verdes, e sensibilização dos funcionários para este facto.

Sugere-se a compra de equipamento de escritório mais eficiente a nível energético, de modo a que a eficiência energética seja sempre prioridade na compra de equipamento. A opção de modo *standby* nos equipamentos deve ser uma prioridade.

A quarta, e última, conclusão, diz respeito à revisão e controlo do sistema e rede de ar comprimido.

Sendo o ar comprimido a segunda forma de energia mais utilizada na indústria transformadora, é a mais cara de todas e, normalmente, a mais deficientemente tratada.

Os funcionários da Empresa não têm consciência destes elevados custos energéticos e monetários que envolvem a produção de ar comprimido.

Sugere-se uma análise de viabilidade para substituir os equipamentos de transporte e corte pneumático por equipamentos eléctricos que são cerca de 90% mais económicos de operar. Na sua impossibilidade, sugere-se que haja um controlo incisivo da produção e tratamento do ar comprimido.

Este controlo deve fazer parte integrante da política de eficiência energética visada na primeira conclusão, havendo para o efeito um programa de detecção de fugas, com equipamento de detecção associado, que permita a reparação imediata das fugas, pois estas, normalmente, contribuem para 40% de todo o ar produzido. Por exemplo, fugas por um tubo de 5 milímetros de diâmetro equivalem a perdas de cerca de 55 euros por hora.

Nesse programa deve-se ter em atenção que o aparecimento de fugas é potencializado pela ausência de isolamento nas tubagens.



Nem todas as áreas afectas pela rede de ar comprimido funcionam nos mesmos períodos horários ou necessitam da mesma pressão de trabalho. Sugere-se que as áreas que não têm necessidade contínua de ar sejam separadas das restantes através de válvulas activadas manualmente ou temporizadas. Para além disto, pode ser mais económico instalar um compressor dedicado para suprir as quantidades necessárias de ar comprimido a uma área mais exigente. Sugere-se que se reveja as necessidades de ar comprimido pela fábrica, de modo a estudar esta aplicação.

Existe uma pistola de ar comprimido na fábrica para remoção de pó do vestuário dos trabalhadores e visitantes da fábrica. Devido aos custos da produção de ar comprimido já referidos, e devido a razões de saúde e segurança, o uso desta pistola é fortemente desaconselhado. Em alternativa sugere-se a aquisição de limpadores a vácuo industriais ou mesmo uma simples escova.

Já para o caso da *CIRES S.A.*, o diagnóstico energético da Instalação permitido pelo Módulo *SIGEN – Plano de Acção* mostrou-se mais favorável, havendo muitas medidas já implementadas pela Empresa nos sectores que o Módulo aborda.

No entanto, o *Plano de Acção* apontou algumas oportunidades de melhoria.

Os edifícios da instalação não são frequentemente verificados quanto à humidade. A humidade danifica gravemente a estrutura do edifício e retira propriedades isolantes dos materiais. Aconselha-se assim que haja um programa para manutenção dos níveis de humidade no edifício.

Ainda em relação aos edifícios, estes não estão bem isolados, daí que se sugira aplicar isolante nas janelas, (cuja caixilharia não tenha esse efeito) portas e tecto, já que o calor escoo por estes constituintes. O escoamento de calor leva a que o ar condicionado seja mais requisitado, de modo a compensar o calor desperdiçado, o que se traduz em aumento de consumo de energia eléctrica.

Este escoamento também aumenta se, junto a áreas climatizadas estiverem áreas frias, pelo que é sugerido que o ar condicionado seja temporizado de modo a desligar automaticamente quando portas ou janelas ficam abertas durante muito tempo.

Os temporizadores de aquecimento e arrefecimento devem também estar programados para padrões de ocupação. Dinheiro pode ser poupado ao ajustar os temporizadores para desligar o aquecimento um pouco antes do fim de ocupação, ou a diminuir nos fins-de-semana, por exemplo, já que na maioria dos casos o calor retido dentro dos espaços permite fazer isso.



Aconselha-se a verificar os temporizadores de acordo com a taxa de ocupação e condições específicas do tempo ambiente, já que também se podem obter poupanças ao ajustar períodos de preaquecimento para condizer com as condições atmosféricas.

Em relação ao sistema de distribuição de vapor, o Plano de Acção sugere analisar a viabilidade de instalar um termocompressor para aumentar a pressão do vapor a baixa pressão. Isto porque, em muitos casos, vapor a baixa pressão é reutilizado como água após condensação quando não existe mais nenhuma alternativa de reutilização.

Muitas vezes, é possível comprimir o vapor a baixa pressão com vapor a alta pressão e reutilizá-lo como vapor a pressão média. Isto permite aumentar o calor latente do vapor e aumentar a recuperação do calor.

No que diz respeito à iluminação, os funcionários, por vezes, não conseguem identificar facilmente quais as luzes associadas aos interruptores. Muitas vezes, luzes individuais são controladas por vários interruptores. Isto pode tornar confuso saber que interruptor está associada a cada lâmpada ou conjunto de lâmpadas.

Assim, sugere-se que se marquem os interruptores de luz e se certifique que todos os funcionários percebem quais os interruptores que acendem e apagam cada lâmpada.

Sugere-se ainda que se identifiquem as áreas onde é mais susceptível deixar luzes ligadas, já que muito dinheiro é desperdiçado em salas ou corredores iluminados com taxas de ocupação nulas, pelo que se deve informar a unidade de Limpeza e a de Segurança deste problema.

Já são usadas fotocélulas para luzes exteriores mas não para interiores, pelo que se sugere a aquisição de fotocélulas para luzes interiores que se desligam quando a luz natural é suficiente.

Não obstante a instalação de fotocélulas, também se aconselha a substituição dos balastros ferromagnéticos por balastros electromagnéticos.

Assim, sendo, tanto para a *Cerâmica das Quintãs Lda.* como para a *CIRES S.A.*, o Módulo *SIGEN – Plano de Acção* veio demonstrar a capacidade de propor pequenas medidas de custo nulo ou moderado, que, no seu global, fornecem uma estimativa muito precisa da situação energética da Instalação consumidora e o que fazer para a melhorar.

Prova deste diagnóstico correcto é a Auditoria Energética e Qualidade do Ar Interior, feita pela *SERVITERME* à *CIRES S.A.* onde se prevê a substituição dos balastros ferromagnéticos por balastros electromagnéticos, a instalação de dispositivos de



sombreamento nos vãos envidraçados, e aplicação de isolamento térmico no exterior dos edifícios. Tais medidas já tinham sido previamente sugeridas pelo Módulo.

## 5.5. Evolução e Legislação

Após o download do Módulo *SIGEN – Evolução e Legislação* concluiu-se facilmente que a *Cerâmica das Quintãs Lda.* tem vindo a diminuir o seu consumo de energia, não havendo, no entanto, uma tendência constante para a produção.

Apesar de não ter havido dados suficientes para fazer uma análise no âmbito do SGCIE, no caso do PNALE, o módulo *Evolução e Legislação* funcionou como uma carteira de emissões que permitiu ter um controlo mais rigoroso das Licenças de Emissão que a Empresa dispunha.

Tendo em consideração o valor das Licenças de Emissão no SENDECO<sub>2</sub> e o saldo de emissões positivo da Empresa, o programa permitiu perceber que a venda de metade das emissões incorreria num lucro superior a 50 000 euros sem qualquer tipo de risco para a Empresa.

No entanto, com a mudança de parte do consumo de gás natural para coque de carvão, já explicado anteriormente, esse risco aumentou, havendo a possibilidade de a Empresa ultrapassar o limite a que tem direito.

Deste modo, este caso de estudo veio evidenciar a capacidade que o Módulo *SIGEN – Evolução e Legislação* tem, não obstante as capacidades de análise e registo, em funcionar como carteira de emissões e controlar as Licenças de Emissão.

No caso da *CIRES S.A.* não foram feitas análises com este Módulo.







## 6. Conclusões gerais e trabalho futuro

### *Contributo, vantagens, limitações e projecções do trabalho desenvolvido*

Relembrando o que foi referido nos primeiros capítulos da presente dissertação, o desenvolvimento nas novas Tecnologias da Informação e Comunicação está a ter um papel fundamental nas mudanças que têm vindo a ocorrer na nossa sociedade.

Mesmo em tempos de crise mundial, os serviços e os *softwares* de comunicação e informação têm vindo, e continuarão, a crescer, a par com os novos produtos e infra-estruturas relacionados com a internet e as comunicações.

Já a actual conjectura ambiental e económica coloca a energia numa situação premente, em que são necessários esforços conjuntos para reduzir a dependência mundial em combustíveis fósseis e, ao mesmo tempo, assegurar o fornecimento de energia, sem comprometer a sustentabilidade do planeta.

Neste âmbito, prevê-se que a integração das TIC nos procedimentos de Gestão de Energia não só contribua para a redução da intensidade energética e o aumento da eficiência energética, mas também modernize a economia e crie, através da inovação, novas oportunidades de negócio, contribuindo assim para um crescimento socioeconómico sustentável.

O sector industrial é crítico, uma vez que comporta 25% do consumo energético global, só nos Estados Membros da União Europeia, e a tendência é um aumento desse consumo no futuro.

Para além disso, com a crescente produção descentralizada de energia e os avanços no desenvolvimento de redes inteligentes de energia, as Indústrias cada vez mais irão representar um papel fundamental na estabilidade energética do futuro.

No entanto, enquanto reduzir custos tem vindo a ser a principal motivação do tecido Empresarial mundial actual, em tempos de crise financeira, a integração das TIC aos processos e serviços dependentes de energia apresenta um potencial que está longe de ser explorado na sua totalidade.

Para além de políticas que bloqueiam o investimento, a informação que existe nas Empresas ainda é escassa face ao desenvolvimento de novas ferramentas digitais e ao modo como estas podem beneficiar as acções de eficiência energética.



Assim, é necessário fomentar o desenvolvimento de estratégias, projectos, e investigação que tenham como objectivo principal a proliferação das TIC no sector industrial, de modo a aumentar a eficiência energética das Instalações e integrá-las nas redes inteligentes de energia global que têm vindo a substituir as antigas redes hierarquizadas de energia.

Neste âmbito, a Internet apresenta o maior potencial de sucesso, uma vez que, pela sua própria estrutura, permite integrar vários serviços de informação e comunicação. Destes serviços fazem parte medições em tempo real, análise, previsões e monitorização de operações, associadas a infra-estruturas virtuais como é o caso de portais Web, ecrãs, hiperligações a programas para clientes, e muitos outros canais de comunicação em tempo real.

Projectos-piloto já demonstraram ser possível aumentar 10% da eficiência energética industrial global utilizando tais serviços.

Tendo todos estes factos em linha de conta, foi objectivo da presente dissertação demonstrar de que modo as TIC têm vindo, e podem, contribuir para o aumento da eficiência energética numa Instalação consumidora.

Para sustentar este objectivo foi desenvolvido um portal online de gestão de energia denominado SIGENet (Simulador Informatizado de Gestão de Energia na interNet) que teve como objectivos:

1. Informar o industrial sobre o portfolio de tecnologias que tem ao seu dispor;
2. Analisar os consumos energéticos de uma instalação consumidora;
3. Propor medidas correctivas e analisá-las economicamente e tecnologicamente;
4. Contribuir para a dinamização do sistema de comunicação entre todos os intervenientes no processo de produção, transporte, e consumo de energia;
5. Fornecer ao industrial ferramentas digitais, a custo zero, que permitam auxiliar o processo de análise de consumos e situações de melhoria ambiental e económica.

Como demonstrado ao longo da dissertação, os objectivos a que se propunha o SIGENet foram cumpridos.

Com as conclusões retiradas de cada Relatório e de cada Módulo, uma Empresa em análise passa a ter uma consciência profunda da sua situação energética e em que sentido actuar para melhorar essa situação, a par com a possibilidade de ter uma ferramenta de controlo de facturas e apoio à decisão.



No entanto é de referir que ainda se estudou a hipótese de integrar no SIGENet um sistema de monitorização de consumos em tempo real, como se explica no quarto capítulo. Dificuldades relacionadas com a viabilidade do equipamento, e sua instalação, levaram a abandonar este projecto, mas o seu anteprojecto pode ser consultado no *Anexo D: Módulo Fábrica*.

As condições do Programa GALP202020, permitiram usar duas Empresas reais para testar o programa e as conclusões obtidas nesses testes podem ser consultadas no quinto capítulo.

No entanto, estas conclusões permitiram reflectir sobre as capacidades e limitações de uma plataforma como o SIGENet, e aquilo que pode ser feito para o melhorar.

Passa-se a enumerar tais capacidades e limitações:

### **6.1. Portal Online de Gestão de Energia**

Ao ser um portal online, o SIGENet, ao contrário de outros *softwares* de gestão de energia, permite o acesso remoto por vários utilizadores em simultâneo. Para além disso, estando integrado na internet, permite facilmente fazer a hiperligação a outros portais ou páginas *Web* de interesse e não obriga a nenhum investimento.

Para além das vantagens óbvias do acesso remoto, a utilização em simultâneo por vários utilizadores permite comparar situações energéticas e partilhar experiências de sucesso, como exemplificado com o Portal Observatório de Energia, no terceiro capítulo da presente dissertação.

Deste modo, sugere-se para trabalho futuro desenvolver um software para integração no portal SIGENet, que permita comparar resultados entre utilizadores, históricos de consumo e estabelecer um ranking energético, entre outras funcionalidades de interesse.

É de salientar que a linguagem PHP e HTML permitem, com conhecimentos mais aprofundados de programação, apresentar no *browser* todos os gráficos e análises elaboradas pelos relatórios em *Excel*. Contudo, a melhor ferramenta para análise de dados e seu tratamento numérico ainda é o *Excel* devido, maioritariamente, à criação de gráficos dinâmicos, à interligação de dados, e ao cálculo de operações mais complexas.



## 6.2. Aquisição de dados em tempo real

Como já foi referido, a aquisição de dados em tempo real acabou por não ser considerada no desenvolvimento do SIGENet devido a diversas dificuldades na escolha, instalação e monitorização dos equipamentos de telemedida e telecontagem.

Assim, deixa-se como trabalho futuro, o desenvolvimento um sistema integrado de gestão de energia seguindo a metodologia enunciada no terceiro capítulo.

As vantagens de um sistema deste género ficaram patentes com o exemplo do sistema de gestão de consumos da *EDP*, exemplificado no terceiro capítulo da presente dissertação.

É de salientar que a instalação de equipamento de telecontagem e telemedida, com respectivo sistema de comunicação (*wireless* ou por cabo) envolve investimentos que variam consoante o grau de sofisticação que se pretende instalar.

Sugere-se também, para trabalho futuro, investigação, desenvolvimento e projecto na área dos sensores de energia e equipamentos de telecontagem que permitam baixar o preço comercial destes aparelhos.

## 6.3. Fórum virtual de gestão de energia

A necessidade do registo do utilizador no SIGENet para obtenção do SIGEN surgiu para exemplificar como os portais *Web*, independentemente do seu conteúdo a nível de aplicações *Web*, podem servir para enviar informações aos fornecedores do serviço, e restringirem o acesso aos seus produtos, de modo a darem início a um processo de comunicação, entre fornecedor e cliente, que se pode estender para uma comunidade virtual de clientes.

Sugere-se assim para trabalho futuro a criação de um Fórum virtual onde possa haver a troca de ideias e *know-how* entre todos os diferentes intervenientes no processo de geração, fornecimento e consumo de energia.

O SIGENet poderá ter uma hiperligação para este fórum.



## 6.4. Electricidade e mercado liberalizado

Como visto no terceiro e quarto capítulo, tanto o Relatório Electricidade como o Módulo *SIGEN – Electricidade* fornecem relatórios sobre os consumos de energia eléctrica e simulações de oportunidades de melhoria para utilizadores no regime de Média e Alta Tensão, tanto no Mercado Regulado como no Mercado Liberalizado, se os parâmetros facturados pelo fornecedor forem os mesmos que o fornecedor de último recurso.

O caso de estudo da CIRES S.A. neste aspecto, veio inspirar a sugestão para trabalho futuro de um simulador dedicado à comparação de diferentes fornecedores de energia eléctrica no Mercado Liberalizado, já que o Mercado Regulado deixará de existir a partir de 1 de Janeiro de 2011.

## 6.5. Combustíveis

Como visto no terceiro e quarto capítulo, tanto o Relatório Combustíveis como o Módulo *SIGEN – Combustíveis* fornecem relatórios sobre os consumos de combustível na Instalação em análise.

O caso de estudo da CIRES S.A. neste aspecto, veio inspirar a sugestão para trabalho futuro de um simulador dedicado à comparação de diferentes combustíveis, para uma mesma aplicação, e perceber quais as necessidades de consumo, e qual o seu reflexo no custo e nas emissões de CO<sub>2</sub>.

## 6.6. Plano de Acção

Uma conclusão que se torna óbvia é que o SIGENet, como ferramenta de apoio à tomada de decisão, não implementa directamente nenhuma medida de melhoria de eficiência energética, sendo tal mudança apenas aconselhada, cabendo sempre ao utilizador a decisão final.

Esta particularidade torna-se mais evidente no Plano de Acção em que o módulo apenas dá a conhecer alternativas sem elaborar qualquer análise financeira ou de viabilidade tecnológica.



No entanto, o objectivo do Plano de Acção é apenas o de informar o utilizador sobre as mudanças que pode ter no seu comportamento, e equipamentos ou processos que pode instalar na sua Empresa para melhorar a sua eficiência energética.

Assim, sugere-se como trabalho futuro, o enriquecimento do Plano de Acção com mais medidas de eficiência energética para o sector industrial.



## Referências

**Adene** - *SGCIE* [online]. [Consultado em: Março 2010]. Disponível em: <http://www.adene.pt/SGCIE/pages/ContentEnquadramento.aspx>.

**Ajmone Marsan, Marco; Meo, Michela** - *Energy efficient wireless Internet access with cooperative cellular networks*. Computer Networks. ISSN 1389-1286. Vol. In Press, Corrected Proof.

**Berners-Lee, T.** - *Hypertext Markup Language - 2.0*. (1995).

**Berners-Lee, T.** - *Hypertext Transfer Protocol -- HTTP/1.0*. 1996. [Consultado em: Julho 2010].

**Bertoldi, Paolo; Huld, Thomas** - *Tradable certificates for renewable electricity and energy savings*. Energy Policy. ISSN 0301-4215. Vol. 34, n.º 2 (2006), p. 212-222.

**Cern** - *The website of the world's first-ever web server* [online]. [Consultado em: Março 2009]. Disponível em: <http://info.cern.ch>.

**Cho, Youngsang; Lee, Jongsu; Kim, Tai-Yoo** - *The impact of ICT investment and energy price on industrial electricity demand: Dynamic growth model approach*. Energy Policy. ISSN 0301-4215. Vol. 35, n.º 9 (2007), p. 4730-4738.

**Clarke, J. A. [et al.]** - *The role of simulation in support of Internet-based energy services*. Energy and Buildings. ISSN 0378-7788. Vol. 36, n.º 8 (2004), p. 837-846.

**Communities, Commission of the European-** *Addressing the challenge of energy efficiency through Information and Communication Technologies*. Bruxelas, 2009. [Consultado em: Janeiro 2010].

**Crossley, Peter; Beviz, Agnes** - *Smart energy systems: Transitioning renewables onto the grid*. Renewable Energy Focus. ISSN 1755-0084. Vol. 11, n.º 5, p. 54-56, 58-59.

**Deering, S.** - *Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification*. NOKIA, 1998. [Consultado em: Julho 2010].

**Drucker, Peter** - *Além da Revolução da Informação*. HSM Management. Vol. 4, n.º 18 (2000).

**Edp** - *Sistema de Gestão de Consumos – Ewebreport@* [online]. [Consultado em: Julho 2010]. Disponível em: <http://www.edp.pt/pt/empresas/servicosenergia/eficienciaenergetica/Pages/SistemadeGest%C3%A3odeConsumos%E2%80%93Ewebreport.aspx>.

**Edp** - *Tarifa Regulada* [online]. [Consultado em: Julho 2010]. Disponível em: <http://www.edp.pt/pt/empresas/edpsu/Pages/tarifaregulada.aspx>.

**Edp** - *Tarifas e Horários* [online]. [Consultado em: Janeiro 2010]. Disponível em: <http://www.edpsu.pt/pt/tarifasehorarios/Pages/tarifasHorarios.aspx>.



**Emea, Idc** - *ICT and e-Business Impact in the Energy Supply Industry*. Comissão Europeia, 2009.

**Energia, Centro Para a Conservação Da** - *Monitorização e Estabelecimento de Metas dos Consumos de Energia na Indústria*. [Online]. (2003). [Consultado em: Janeiro 2009].

**Energia, Galp** - *Produtos e Serviços* [online]. [Consultado em: Janeiro 2010]. Disponível em: <http://www.galpenergia.com/PT/Paginas/Home.aspx>.

**Energy, Bp Statistical Review of World** - *BP Statistical Review of World Energy*. 2008.

**Erse** - *Liberalização do Sector* [online]. [Consultado em: Setembro 2010]. Disponível em: <http://www.erse.pt/pt/electricidade/liberalizacaodosector/Paginas/default.aspx>.

**Francisco, Victor; Roque, José** - *Observatório de Energia*. [Online]. (2007). [Consultado em: Março 2010].

**Gaspar, Carlos**- *Eficiência Energética na Indústria*. ADENE, 2004. [Consultado em: Maio 2009].

**Harrison, Guy; Feuerstein, Steven** - *MySQL Stored Procedure Programming: Building High-Performance Web Applications in MySQL*. [Online]. (2006). [Consultado em: Janeiro 2010].

**Hilty, Lorenz M. [et al.]** - *The relevance of information and communication technologies for environmental sustainability - A prospective simulation study*. Environmental Modelling & Software. ISSN 1364-8152. Vol. 21, n.º 11 (2006), p. 1618-1629.

**Howe, Walt** - *An anecdotal history of the people and communities that brought about the Internet and the Web* [online]. [Consultado em: Março 2010]. Disponível em: <http://www.walthowe.com/navnet/history.html>.

**Infopedia** - *Revolução da Informação* [online]. Porto Editora. [Consultado em: Junho 2010]. Disponível em: [http://www.infopedia.pt/\\$revolucao-da-informacao](http://www.infopedia.pt/$revolucao-da-informacao).

**João A. Peças Lopes, António M. Aires Messias, Rui M. P. Gonçalves** - *Redes de energia inteligentes como contributo da engenharia portuguesa para o desenvolvimento sustentável*. [Online]. (2009). [Consultado em: Março 2010].

**Keil, Thomas [et al.]** - *Information and communication technology driven business transformation -- a call for research*. Computers in Industry. ISSN 0166-3615. Vol. 44, n.º 3 (2001), p. 263-282.

**Ministério Do Ambiente, Do Ordenamento Do Território E Do Desenvolvimento Regional**- *Proposta de Atribuição de Licenças de Emissão referente ao período 2008 – 2012 (PNALE II) para efeitos de consulta pública*. 2006. [Consultado em: Julho 2009].

**Moe, Espen** - *Energy, industry and politics: Energy, vested interests, and long-term economic growth and development*. Energy. ISSN 0360-5442. Vol. 35, n.º 4 (2010), p. 1730-1740.





**Palm, Jenny; Thollander, Patrik** - *An interdisciplinary perspective on industrial energy efficiency*. Applied Energy. ISSN 0306-2619. Vol. 87, n.º 10 (2010), p. 3255-3261.

**Patrocínio, Tomás** - *Tecnologia, educação e cidadania na sociedade actual*. Universidade Nova de Lisboa, (2001).

**Romm, Joseph** - *The internet and the new energy economy*. Resources, Conservation and Recycling. ISSN 0921-3449. Vol. 36, n.º 3 (2002), p. 197-210.

**Røpke, Inge; Haunstrup Christensen, Toke; Ole Jensen, Jesper** - *Information and communication technologies - A new round of household electrification*. Energy Policy. ISSN 0301-4215. Vol. 38, n.º 4 (2010), p. 1764-1773.

**Shklar, Leon; Rosen, Richard** - *Web Application Architecture Principles, protocols and practices*. [Online]. (2003). [Consultado em: Janeiro 2010].

*Smart grids - a smart idea?* - Renewable Energy Focus. ISSN 1755-0084. Vol. 10, n.º 5, p. 62-67.

**Technology, 3 Corp**- *O que é a iniciativa Green Touch?* , 2010. [Consultado Disponível em WWW:<URL:<http://3corp.com.br/news/?p=139>>].

**Ugarte, Maria Cecília Donaldson** - *O CORPO UTILITÁRIO: Da revolução industrial à revolução da informação*. [Online]. (2005). [Consultado em: Fevereiro 2010].

**Zanasi, Alessandro** - *Virtual Communities: Human Capital and other Personal Characteristics Extraction*. Modena & Reggio Emilia University, (2005).





## 7. Anexo A : SIGENet

O SIGENet (Simulador Informatizado de Gestão de Energia na InterNet) foi desenvolvido para a internet e, por isso, a sua estrutura funciona com o recurso a várias páginas *Web* estáticas de informação, e aplicações *Web* dinâmicas que permitem a inserção de dados e o acesso a ficheiros alojados no servidor.

A cor de fundo branca para todo o *website* foi escolhida porque é a cor usada pela maioria dos websites presentes na internet e facilita a integração de todas as páginas no ambiente *Web*.

Na página principal do SIGENet, o Utilizador tem ao seu dispôr o seguinte:



Na *Área de Links Úteis*, o utilizador tem acesso às páginas *Web* das respectivas entidades mencionadas, nomeadamente:

- **Universidade de Aveiro** – A Universidade de Aveiro é um parceiro privilegiado de Empresas e de outras entidades nacionais e internacionais, com as quais coopera em diversos projectos e programas, e às quais presta importantes serviços, sendo por isso um espaço de investigação onde se desenvolvem produtos e soluções inovadoras que contribuem para o avanço da ciência e tecnologia. É o caso da parceria com a GALP Energia na criação do Programa GALP 202020.



- **GALP Energia** – A *Galp Energia* é a Empresa portuguesa com mais experiência no sector energético. Nas suas relações com o meio académico, foi a responsável pela criação do Programa GALP202020.
  
- **ERSE** – A ERSE (Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos) é o organismo oficial encarregado de regular e controlar todos os aspectos relacionados com a energia em Portugal.
  
- **EDP** – A *EDP* está entre os grandes operadores europeus do sector da energia, é um dos maiores operadores energéticos da Península Ibérica, o maior grupo industrial português e o terceiro maior produtor mundial de energia eólica. É também o fornecedor de energia eléctrica de último recurso actualmente em Portugal.
  
- **ADENE** – A ADENE é uma instituição de tipo associativo de utilidade pública sem fins lucrativos, participada maioritariamente (69,66%) por instituições do Ministério da Economia e Inovação: Direcção Geral de Geologia e Energia (DGGE), Direcção Geral de Empresa (DGE) e Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação (INETI). As Empresas concessionárias dos serviços públicos de fornecimento de electricidade e gás (*EDP* e *Galp Energia*) detêm 22% do capital social. A ADENE desenvolve a sua actividade junto dos diferentes sectores económicos e dos consumidores, visando a racionalização dos respectivos comportamentos energéticos, a aplicação de novos métodos de gestão de energia e a utilização de novas tecnologias. Para o efeito, a ADENE recorrerá ao apoio de entidades públicas ou privadas e agentes de mercado especializados.

Onde diz *Programa GALP 202020* o utilizador pode navegar para o *website* do Programa GALP202020 onde pode aprender mais sobre o protocolo.

Na zona de *Créditos*, o utilizador pode navegar para uma página HTML com uma breve referência ao autor do projecto, e as pessoas que o ajudaram no desenvolvimento do mesmo.

No *Painel Saiba Mais*, o utilizador tem acesso a:



**A Nova Era:** Uma página com informação textual, interactiva e gráfica, sobre a criação da Internet e do computador como gatilhos para a Revolução Digital, a problemática energética, e a influência das TIC na sociedade digital. De salientar que o texto presente nestas páginas é mais completo do que a presente dissertação.



**TIC Vs. Gestão de Energia:** Uma página com informação textual, interactiva e gráfica, sobre a Revisão Bibliográfica presente nesta dissertação.



**Electricidade:** Âmbito e instruções de preenchimento do SIGENet – Electricidade. De salientar que o texto presente nestas páginas é mais completo do que a presente dissertação.





**Combustíveis:** Âmbito e instruções de preenchimento do SIGENet – Combustíveis. De salientar que o texto presente nestas páginas é mais completo do que a presente dissertação.



**Relatório Anual:** Âmbito e instruções de preenchimento do SIGENet – Relatório Anual. De salientar que o texto presente nestas páginas é mais completo do que a presente dissertação.



Na barra de navegação o utilizador pode entrar na aplicação *Simulador*, na aplicação *SIGEN v1.1* ou voltar sempre à página inicial do SIGENet, ao clicar no separador HOME.

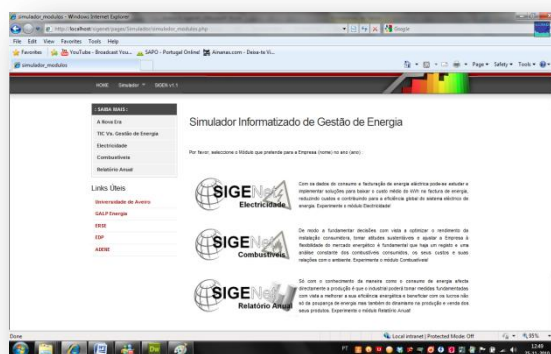
São estas duas aplicações *Web* que serão descritas mais detalhadamente nos Anexos seguintes, devido à sua complexidade.



## 8. Anexo B : SIGE

O utilizador ao entrar na aplicação Simulador Informatizado de Gestão de Energia tem acesso a uma página onde lhe é pedido que insira o nome da Empresa em análise e o ano de análise.

Só depois destes dados, é que o simulador permite avançar para uma página onde o utilizador pode escolher entre três Relatórios diferentes:



1. SIGENet - Electricidade;
2. SIGENet - Combustíveis;
3. SIGENet - Anual.

O utilizador pode fazer o SIGENet - Electricidade e o SIGENet - Combustíveis, no entanto só pode fazer o SIGENet - Anual depois de já ter feito ambos os Relatórios Anteriores.

Passa-se a explicar cada um destes Módulos e respectivos Relatórios.

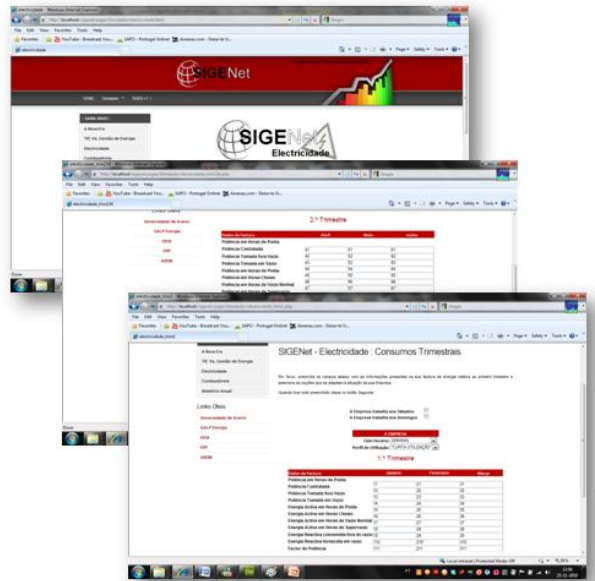
### 8.1. SIGENet – Electricidade

O SIGENet – Electricidade foi desenvolvido para Utilizadores em regime de Média e Alta tensão que têm o fornecedor de último recurso como fornecedor de energia eléctrica. No entanto, se os parâmetros facturados pelo distribuidor forem os mesmos que o fornecedor de último recurso, o Módulo também se adapta a Utilizadores no mercado liberalizado já que permite introduzir os valores facturados pelo fornecedor.

Quando inicia o SIGENet – Electricidade, o utilizador, depois de uma nota introdutória, preenche três páginas com dados referentes ao tarifário e às facturas mensais do ano em análise, nomeadamente:



- Potência em horas de ponta (EUR/kW por mês);
- Potência contratada (EUR/kW por mês);
- Energia Activa (EUR/kWh);
- Energia reactiva fornecida e Energia Reactiva consumida (EUR/kvarh);
- Termo tarifário fixo (EUR/mês);
- Potência Contratada
- Potência Tomada em Horas de Ponta
- Potência Tomada em Horas de Vazio
- Potência Tomada fora das horas de vazio
- Energia Activa em Horas de Ponta
- Energia Activa em Horas de Cheia
- Energia Activa em horas de Vazio Normal
- Energia Activa em horas de Super Vazio
- Energia Reactiva consumida fora do vazio
- Energia Reactiva fornecida em vazio
- Factor de Potência



E ainda tem de especificar:

- Perfil de Utilização em vigor;
- Ciclo Horário em vigor;
- Se a Empresa trabalha aos Sábados e/ou Domingos;

Só depois é que o utilizador tem acesso a uma página em que lhe é permitido ver os dados que acabou de enviar, fazer o download do Relatório Electricidade, introduzir novos dados, ou escolher outro Módulo.

### 8.1.1. Relatório – Electricidade:

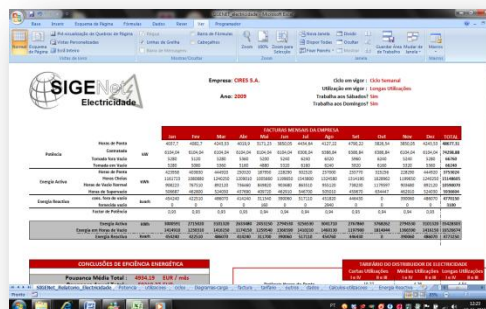
O Relatório – Electricidade é um ficheiro em *Excel* com várias análises e registos aos consumos e facturação do utilizador, como já explicado na presente dissertação.

Cada página desse ficheiro será explicada de seguida:

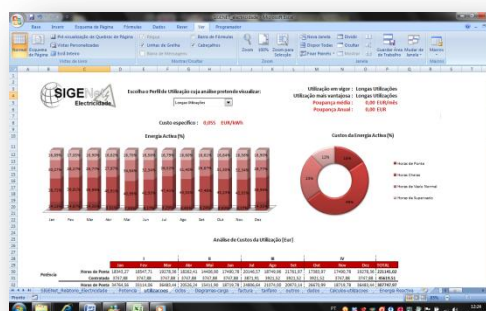




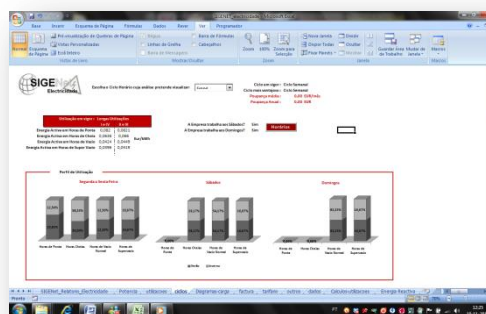
**Relatório** – Página que contém os dados inseridos na *Web* e um apanhado de todas as conclusões de melhoria de eficiência energética retiradas das páginas seguintes do Módulo.



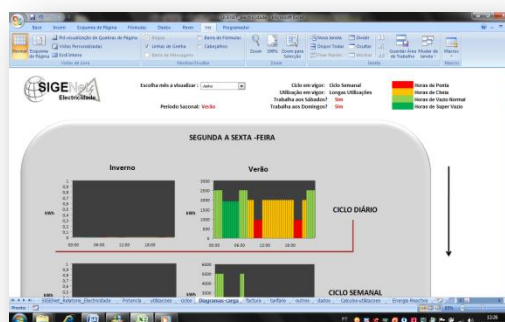
**Utilizações** – Página com análises relativas ao perfil de Utilizações da Empresa. Permite seleccionar as outras opções de perfil disponíveis (Médias Utilizações, Curtas Utilizações ou Longas Utilizações) para ver as respectivas diferenças nos custos.



**Ciclos** – Página com análises relativas ao ciclo horário da Empresa. Permite seleccionar as outras opções de ciclo disponíveis (Ciclo Diário, Semanal ou Semanal Opcional) para ver as respectivas diferenças nos custos. Permite ainda ver os horários de cada ciclo estabelecidos pela ERSE ao clicar no botão "HORÁRIOS".

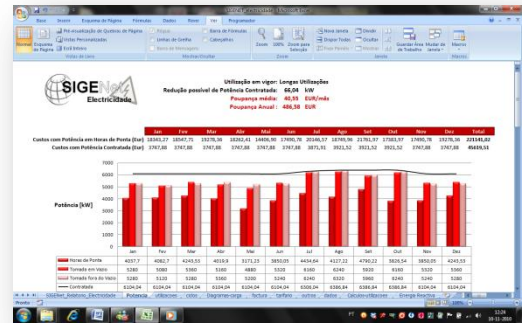


**Diagramas de Carga** – Página que permite ver o diagrama de carga de consumos médios para um dia típico de consumo. Estes diagramas estão parametrizados para períodos de 24 horas.

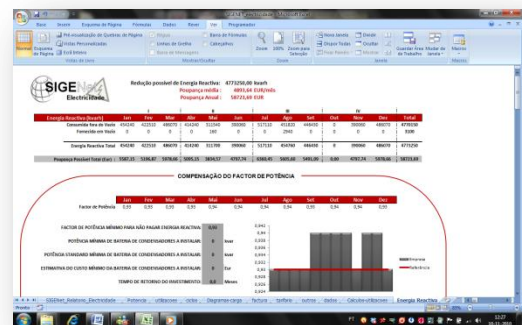




**Potência** - Página com análises relativas aos diferentes consumos de Potência da Empresa e custos associados.



**Energia Reactiva** – Página com análises relativas ao consumo de Energia Reactiva da Empresa. Possui um painel de simulação da compensação do factor de Potência com estimativas do investimento necessário e o tempo de retorno desse investimento.



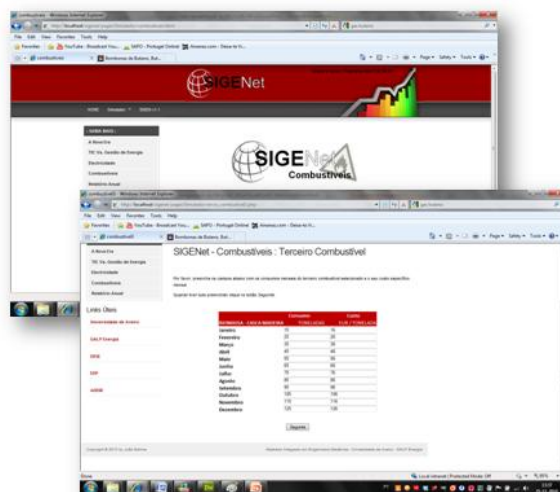
## 8.2. SIGENet – Combustíveis

A primeira página deste Módulo requer a selecção dos combustíveis consumidos em fábrica, num total máximo de cinco e mínimo de um. A selecção tem de ser por ordem, senão a aplicação remete para uma página de erro.

Depois desta selecção, o Utilizador tem de preencher os consumos mensais dos combustíveis que seleccionou e o seu custo específico mensal. As unidades para cada combustível são automáticas e dependem de como são vendidos os combustíveis pelos fornecedores, nomeadamente:



- Gás Natural: metro cúbico normal (Nm<sup>3</sup>)
- Fuelóleo: tonelada (Ton.)
- Gasóleo: tonelada (Ton.)
- Gás Propano: quilograma (kg.)
- Gás Butano: quilograma (kg.)
- Petróleo bruto: metro cúbico normal (Nm<sup>3</sup>)
- Coque de petróleo: tonelada (Ton.)
- Coque de carvão: tonelada (Ton.)
- Nafta: tonelada (Ton.)
- Condensados gasolina: tonelada (Ton.)
- Biomassa (madeira): tonelada (Ton.)



Só quando os dados estão todos preenchidos é que o Utilizador tem acesso à página de Download. Estes dados são valores numéricos pelo que qualquer introdução de letras remete o Utilizador para uma página de erro.

Na página de Download, o Utilizador tem várias opções. Pode abrir uma página que lhe permite ver os dados que acabou de enviar, inserir novos dados, fazer o download do relatório respectivo, ou aceder aos outros Módulos do SIGENet.

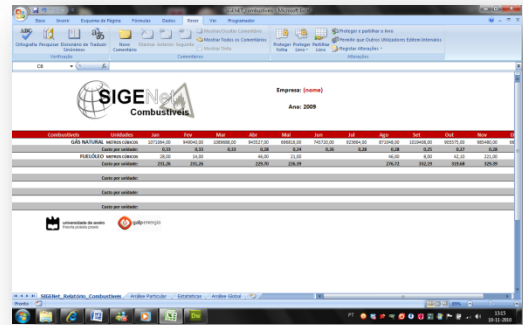
### 8.2.1. Relatório Combustíveis:

Quando faz o download do relatório SIGENet - Combustíveis, o Utilizador fica na posse de um ficheiro no formato Excel, cujas potencialidades já foram explicadas na presente dissertação.

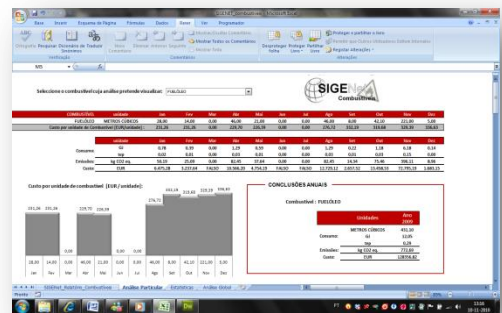
Este ficheiro está dividido em quatro páginas de cálculo, nomeadamente:



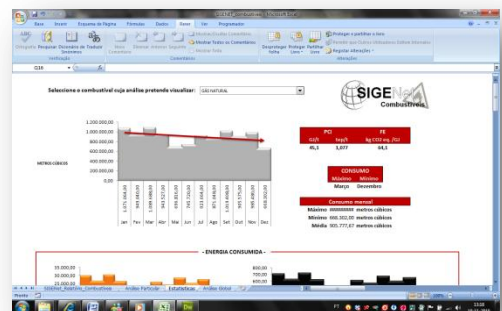
**Relatório** – Página que contém os dados inseridos na Web.



**Análise Particular** – Página com análises relativas ao consumo de um dos combustíveis consumidos pela Empresa. Permite seleccionar cada um dos combustíveis consumidos para ver as respectivas diferenças nos consumos, custos, e emissões.



**Estatísticas** – Página com evoluções gráficas relativas ao consumo de um dos combustíveis consumidos pela Empresa, com análise de médias, máximos e mínimos. Permite seleccionar cada um dos combustíveis consumidos para ver as respectivas diferenças nos consumos, custos, e emissões. Permite ainda ver o FE e o PCI do combustível em causa.



**Análise Global** – Página com análises relativas ao mix dos combustíveis consumidos pela Empresa. Permite seleccionar cada um dos parâmetros a avaliar no mix (consumos, custos ou emissões) para ver as respectivas diferenças.





### 8.3. SIGENet – Relatório Anual

Como já foi referido, o SIGEN – Relatório Anual só pode ser acessado depois de completados os Módulos Electricidade e Combustíveis.

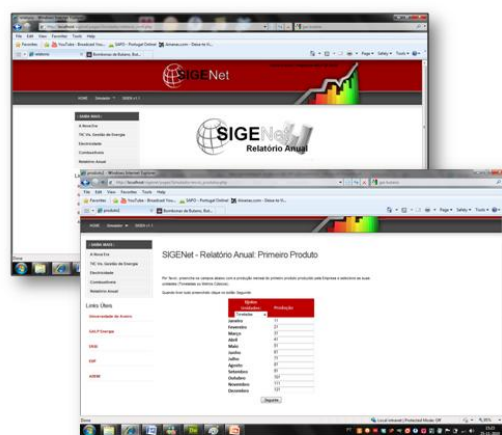
Assim sendo, na página inicial do Módulo o utilizador pode aceder a outra página que lhe mostra os dados que enviou anteriormente.

Depois de confirmados estes dados, o utilizador passa para a página seguinte onde tem de escrever os produtos que a sua Empresa produz, num total máximo de cinco e mínimo de um, e introduzir o VAB do ano em análise.

Se os produtos produzidos pela Empresa não forem escritos, ou o VAB não for um valor numérico, a aplicação remete para uma página de erro.

Depois destes dados introduzidos, o utilizador tem de introduzir as produções mensais para cada produto no ano em análise e só quando os dados estão todos preenchidos é que tem acesso à página de Download.

Na página de Download, o utilizador tem várias opções. Pode abrir uma página que lhe permite ver os dados que acabou de enviar, inserir novos dados, fazer o download do Relatório Anual, ou aceder aos outros Módulos do SIGENet.



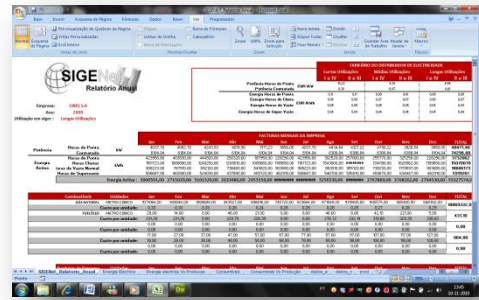
#### 8.3.1. Relatório Anual:

Quando faz o download do SIGENet - Relatório, o utilizador fica na posse de um ficheiro no formato Excel, cujas potencialidades já foram explicadas na presente dissertação.

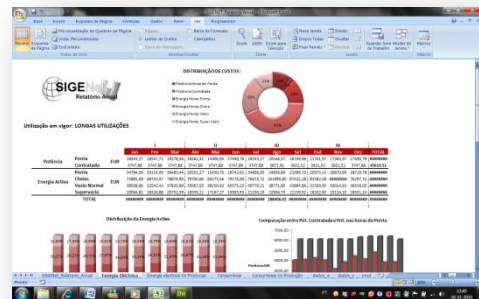
Este ficheiro está dividido em cinco páginas de cálculo, nomeadamente:



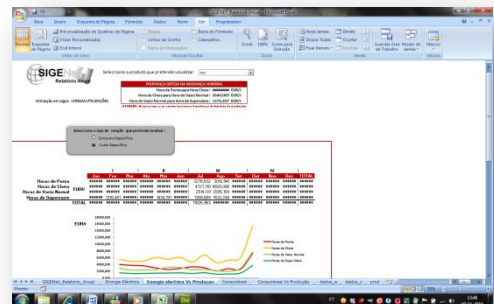
**Relatório** – Página que contém os dados inseridos na Web.



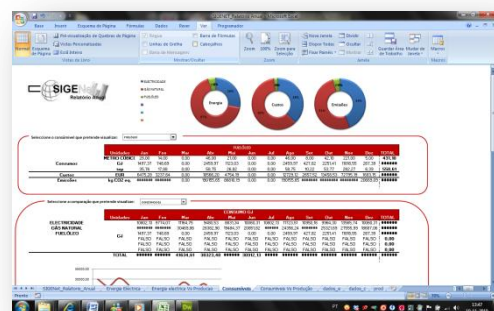
**Energia Eléctrica** – Página com análises relativas ao consumo de electricidade. Ao clicar no botão “Vs. PRODUÇÃO” tem acesso à página Energia Eléctrica Vs. Produção.



**Energia Eléctrica Vs. Produção** – Página com poupanças obtidas na mudança horária da produção. Permite seleccionar entre consumo específico ou custo específico e seleccionar o produto para ver as referidas análises específicas feitas ao produto seleccionado.



**Consumíveis** – Página com três painéis que contém várias análises. O primeiro permite seleccionar o consumível (electricidade ou combustíveis) para ver as suas emissões, consumos de energia e custos mensais. O segundo painel permite seleccionar entre consumos, emissões ou custos para ver contribuições mensais de cada consumível para o parâmetro seleccionado. Já o terceiro painel permite ver as conclusões anuais para cada consumível. Ao clicar no botão “Vs. PRODUÇÃO” tem acesso à página Consumíveis Vs. Produção.











## 9. ANEXO C : SIGEN v 1.1

O Simulador Integrado de Gestão de Energia versão 1.1 (SIGEN v 1.1) resultou de grandes melhorias ao software SIGEN, desenvolvido no âmbito da terceira edição do Programa GALP 202020

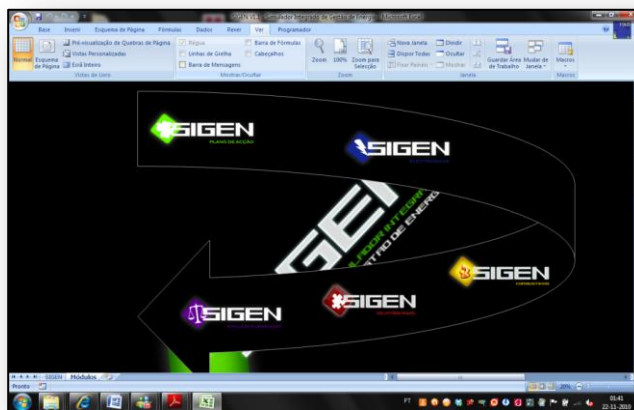
O SIGEN v 1.1 foi desenvolvido para o Microsoft Excel 2007 e, por isso, a sua estrutura funciona com o recurso a várias páginas de cálculo e botões de acção.

A disposição das barras de ferramentas foi tida em conta e todas se encontram no canto superior direito das páginas de visualização. As cores destas páginas objectivam serem as menos agressivas possíveis, sendo a cor de fundo negra, já que um fundo negro diminui o cansaço ocular em cerca de 40%, quando comparado com um fundo branco, e permite poupar até cerca de 15kWh de energia por hora.

Todas as páginas de todos os Módulos do SIGEN, com a excepção do Módulo Plano de Acção, possuem um botão de acção, designado "Ajuda" que contém uma hiperligação para uma apresentação de diapositivos que explica o que fazer, e o que mostra, em cada página de cada Módulo.

A página inicial do programa pode ser vista na figura ao lado. Ao clicar em cada logótipo, o Utilizador é remetido para o Módulo respectivo.

De seguida, explica-se a estrutura de cada Módulo do SIGEN.



### 9.1. SIGEN – Plano de Acção

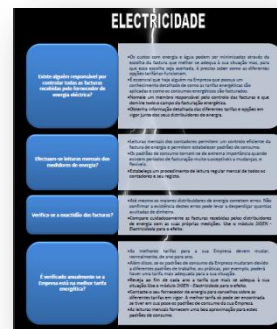
Ao invés de todos os outros módulos, o Plano de Acção é um documento de consulta digital, no formato PDF que cobre nove áreas diferentes da gestão de energia industrial, nomeadamente:



**Planeamento** – A secção Planeamento tem doze medidas de custo nulo no âmbito do planeamento e organização da Empresa a nível de responsabilização e sensibilização para a questão energética e os benefícios de gerir sustentadamente a energia.



**Electricidade** – A secção Electricidade tem onze medidas de custo nulo e custo médio no âmbito da sensibilização para comportamentos sustentáveis a nível de gestão de energia eléctrica e equipamentos alimentados a electricidade.

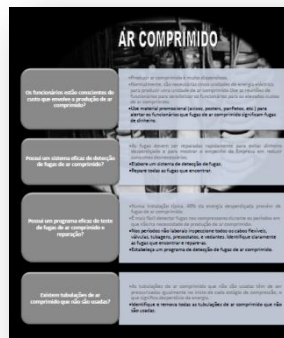


**Iluminação** – A secção Iluminação tem onze medidas de custo nulo e custo médio no âmbito da sensibilização para comportamentos sustentáveis a nível da utilização de iluminação e equipamentos luminosos.





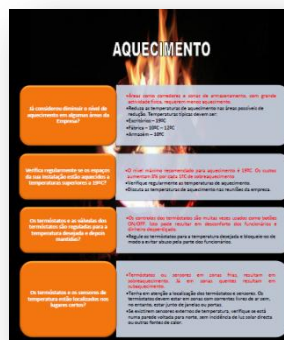
**Ar Comprimido** – A secção ar comprimido tem vinte e quatro medidas de custo nulo e custo médio no âmbito da sensibilização para comportamentos sustentáveis a nível da produção, transporte e utilização de ar comprimido.



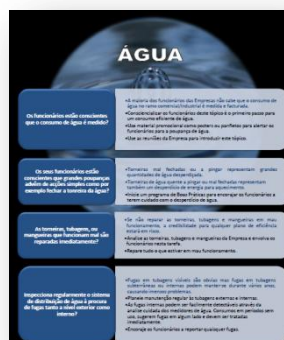
**Edifícios** – A secção Edifícios tem onze medidas de custo nulo e custo médio no âmbito da sensibilização para comportamentos sustentáveis dentro dos edifícios.



**Aquecimento** – A secção aquecimento tenha dezanove medidas de custo nulo e custo médio no âmbito da sensibilização para comportamentos sustentáveis a nível da climatização dos espaços e uso de equipamentos de medição de temperaturas.



**Água** – O Plano de Acção tem treze medidas de custo nulo e custo médio no âmbito da sensibilização para comportamentos sustentáveis a nível do consumo de água, nomeadamente água quente e águas sanitárias.





**Veículos** – A secção Veículos tem catorze medidas de custo nulo e custo médio no âmbito da sensibilização para comportamentos sustentáveis a nível de frotas de transporte, seu planeamento e formação.



**Vapor** – A secção Vapor tenha oito medidas de custo nulo e custo médio no âmbito da sensibilização para comportamentos sustentáveis a nível de produção, consumo e transporte de vapor.



Assim, o Módulo Plano de Acção tem cento e vinte e três medidas de custo nulo e médio. Como pode ser visto nas miniaturas acima, estas medidas estão sob a forma de tabletes ao longo do documento e cada uma obedece a um esquema tripartido:

1. Pergunta – Faz-se uma pergunta para saber se a Empresa já adoptou certo comportamento. Por exemplo: Se possui aquecimento electrónico, este desliga-se automaticamente quando não é necessário?
2. Razão – Justifica-se a pergunta elaborada anteriormente. Pegando no mesmo exemplo: Aquecimento eléctrico é barato e fácil de instalar mas é caro de gerir, principalmente quando não é controlado. O aquecimento eléctrico deve desligar-se quando as áreas afectas não estão ocupadas.

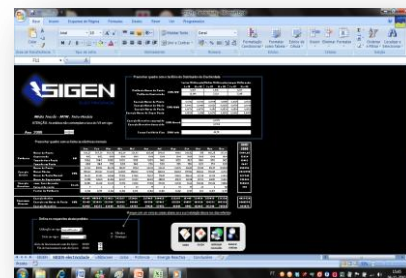


3. Medidas – Sugerem-se medidas a tomar no âmbito da pergunta feita anteriormente. Ainda com o mesmo exemplo: Adquirir temporizadores e termóstatos para todos os aquecedores eléctricos.

Em relação à estrutura do documento, este, como já referido, é de consulta digital e, nesse sentido, possui um índice com botões de acção que fazem a hiperligação para cada secção do Plano de Acção. No final do documento existe ainda uma secção designada Plano de Acção que sugere uma metodologia exemplificada de como estabelecer um Plano de Acção com todas as informações que se retiraram da leitura do documento.

## 9.2. SIGEN – Electricidade

O Módulo SIGEN – Electricidade foi desenvolvido para Utilizadores em regime de Média e Alta tensão que têm o fornecedor de último recurso como fornecedor de energia eléctrica, no entanto, se os parâmetros facturados pelo distribuidor forem os mesmos que o fornecedor de último recurso, o Módulo também se adapta a Utilizadores no mercado liberalizado já que permite introduzir os valores facturados pelo fornecedor, nomeadamente no que diz respeito a:



- Potência em horas de ponta (EUR/kW por mês);
- Potência contratada (EUR/kW por mês);
- Energia Activa (EUR/kWh);
- Energia Reactiva fornecida e consumida (EUR/kvarh);
- Termo tarifário fixo (EUR/mês);

A primeira página do SIGEN – Electricidade pede ao Utilizador para inserir estes dados e os consumos mensais do ano em análise, nomeadamente:

- Potência Contratada
- Potência Tomada em Horas de Ponta
- Potência Tomada em Horas de Vazio
- Potência Tomada fora das horas de vazio



Energia Activa em Horas de Ponta  
Energia Activa em Horas de Cheia  
Energia Activa em horas de Vazio Normal  
Energia Activa em horas de Super Vazio  
Energia Reactiva consumida fora do vazio  
Energia Reactiva fornecida em vazio  
Factor de Potência

O Utilizador necessita ainda de especificar:

Perfil de Utilização em vigor;  
Ciclo Horário em vigor;  
Se a Empresa trabalha aos Sábados e/ou Domingos;  
O inicio e final de funcionamento de um dia típico;

Só quando os dados estão todos preenchidos é que o programa permite visualizar todas as suas páginas. Para isso, o Utilizador tem de clicar no botão “Elaborar Análises” no painel de opções que se situa no canto inferior direito da página e pode ser visto na imagem abaixo:



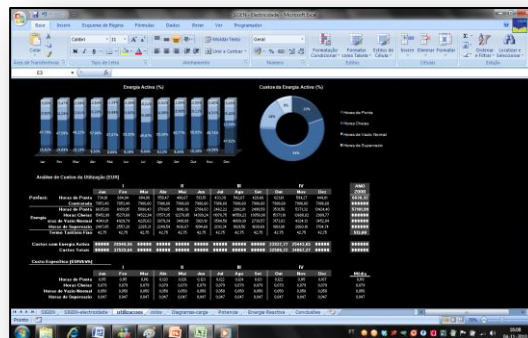
O botão “AJUDA” já foi explicado no inicio deste Anexo.

Já o botão “IMPRIMIR Conclusões” imprime uma versão de impressão do módulo com todas as conclusões retiradas dele.

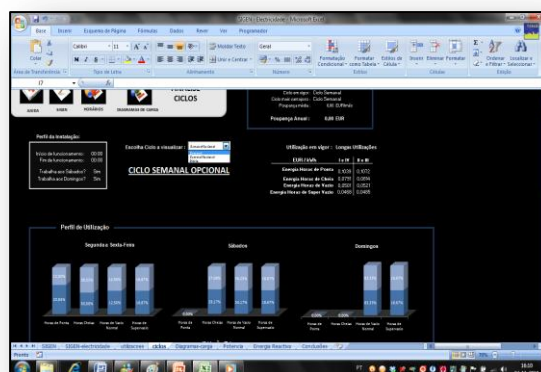
Depois dos dados preenchidos, o Utilizador pode então carregar no botão “Elaborar Análises” e, depois de uma mensagem de confirmação de envio de dados, tem acesso a seis páginas de cálculo:



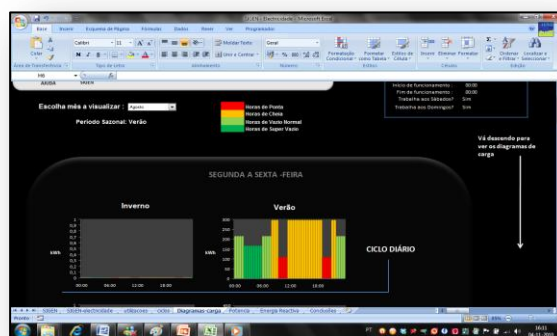
**Utilizações** – Página com análises relativas ao perfil de Utilizações da Empresa. Permite seleccionar as outras opções de perfil disponíveis (Médias Utilizações, Curtas Utilizações ou Longas Utilizações) para ver as respectivas diferenças nos custos.



**Ciclos** – Página com análises relativas ao ciclo horário da Empresa. Permite seleccionar as outras opções de ciclo disponíveis (Ciclo Diário, Semanal ou Semanal Opcional) para ver as respectivas diferenças nos custos. Permite ainda ver os horários de cada ciclo estabelecidos pela ERSE ao clicar no botão "HORÁRIOS" e abrir a página de Diagramas de Carga ao clicar no botão "DIAGRAMAS DE CARGA".

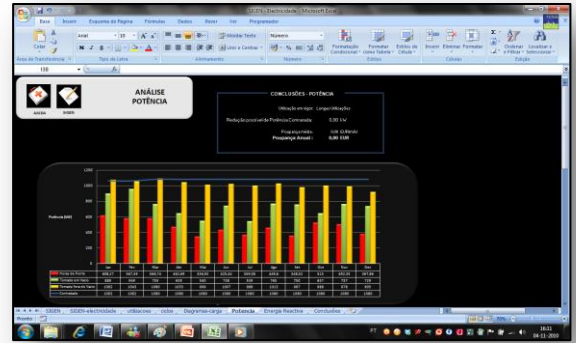


**Diagramas de Carga** – Página disponível através da página Ciclos que permite ver o diagrama de carga de consumos médios para um dia típico de consumo, de acordo com o horário de funcionamento da Instalação e o mês seleccionado.

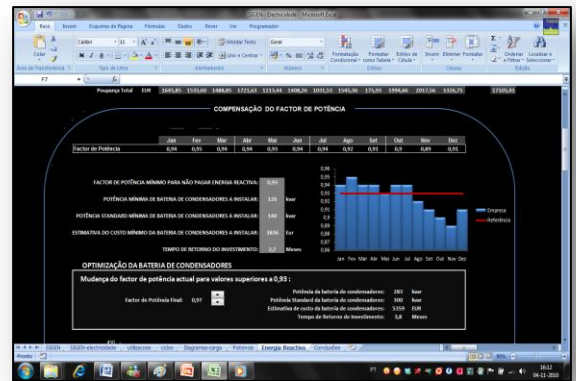




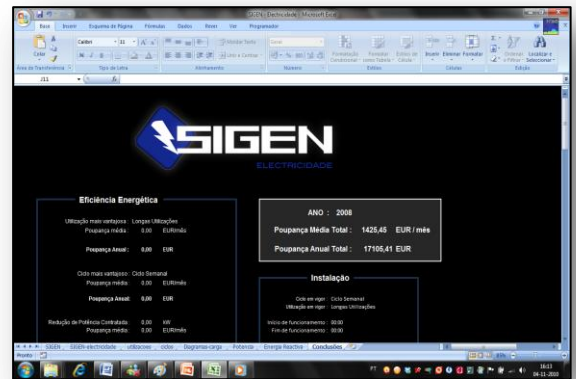
**Potência** - Página com análises relativas aos diferentes consumos de Potência da Empresa e custos associados.



**Energia Reactiva** – Página com análises relativas ao consumo de Energia Reactiva da Empresa. Possui um painel de simulação da compensação do factor de Potência com estimativas do investimento necessário e o tempo de retorno desse investimento.



**Conclusões** – Página que contém um apanhado de todas as conclusões de melhoria de eficiência energética retiradas das páginas anteriores do Módulo.



### 9.3. SIGEN – Combustíveis





O Módulo SIGEN – Combustíveis foi desenvolvido para Utilizadores que consumam combustíveis de entre uma vasta gama de combustíveis tipicamente utilizados no sector da indústria, nomeadamente:

- Gás Natural;
- Fuelóleo;
- Gasóleo;
- Gás Propano;
- Gás Butano;
- Petróleo bruto;
- Coque de petróleo;
- Coque de carvão;
- Nafta
- Condensados de gasolina;
- Biomassa (madeira e derivados);



A primeira página do SIGEN – Combustíveis pede ao Utilizador para seleccionar os combustíveis consumidos na sua Empresa, os consumos mensais desses combustíveis no ano em análise, e ainda o seu custo mensal por unidade de consumo.

Só quando os dados estão todos preenchidos é que o programa permite visualizar todas as suas páginas. Para isso, o Utilizador tem de clicar no botão “Elaborar Análises” no painel de opções que se situa no canto superior esquerdo da página e pode ser visto na imagem abaixo:



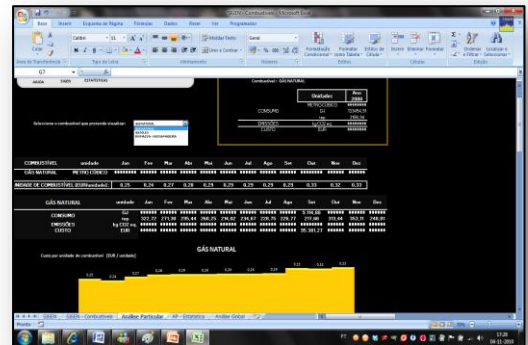
O botão “AJUDA” já foi explicado no início deste Anexo..

Já o botão “IMPRIMIR” imprime uma versão de impressão do módulo com todas as conclusões retiradas dele.

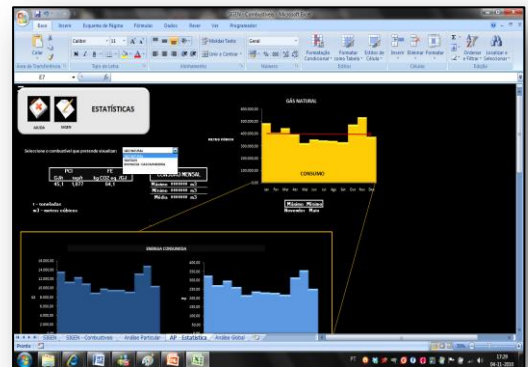


Depois dos dados preenchidos, o Utilizador pode então carregar no botão “Elaborar Análises” e, depois de uma mensagem de confirmação de envio de dados, tem acesso a três páginas de cálculo:

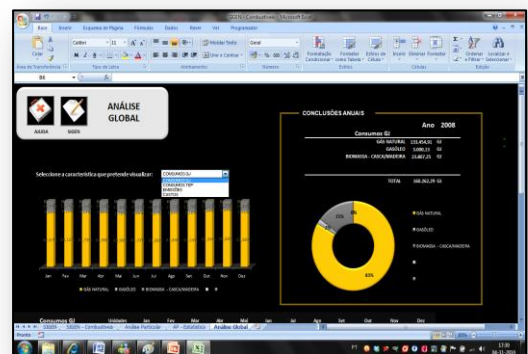
**Análise Particular** – Página com análises relativas ao consumo de um dos combustíveis consumidos pela Empresa. Permite seleccionar cada um dos combustíveis consumidos para ver as respectivas diferenças nos consumos, custos, e emissões. Ao clicar no botão “ESTATISTICAS” tem acesso à página AP-Estatística.



**AP-Estatística** – Página com evoluções gráficas relativas ao consumo de um dos combustíveis consumidos pela Empresa, com análise de médias, máximos e mínimos. Permite seleccionar cada um dos combustíveis consumidos para ver as respectivas diferenças nos consumos, custos, e emissões. Permite ainda ver o FE e o PCI do combustível em causa.



**Análise Global** – Página com análises relativas ao mix dos combustíveis consumidos pela Empresa. Permite seleccionar cada um dos parâmetros a avaliar no mix (consumos, custos ou emissões) para ver as respectivas diferenças.





## 9.4. SIGEN – Relatório Anual

O Módulo SIGEN – Relatório Anual tem três páginas de inserção de dados, nomeadamente:

**Produção** – Especificação da produção mensal da Empresa e do Valor Acrescentado Bruto (VAB) do ano em análise.

**Electricidade** – Especificação do tarifário de electricidade, do perfil de utilização, e das facturas mensais de energia eléctrica.

**Combustíveis** – Especificação dos consumos mensais e custos específicos mensais de cada combustível.



Assim sendo, à semelhança do Módulo Electricidade, o Módulo foi desenvolvido para Utilizadores em regime de Média e Alta tensão que têm o fornecedor de último recurso como fornecedor de energia eléctrica, no entanto, se os parâmetros facturados pelo distribuidor forem os mesmos que o fornecedor de último recurso, o Módulo também se adapta a Utilizadores no mercado liberalizado já que permite introduzir os valores facturados pelo fornecedor, nomeadamente no que diz respeito a:

Potência em horas de ponta (EUR/kW por mês);

Potência contratada (EUR/kW por mês);

Energia Activa (EUR/kWh);

Energia Reactiva fornecida e consumida (EUR/kvarh);

Termo tarifário fixo (EUR/mês);



A página Electricidade do SIGEN – Relatório Anual pede ao Utilizador para inserir estes dados e os consumos mensais do ano em análise, nomeadamente:

Potência Contratada

Potência Tomada em Horas de Ponta

Energia Activa em Horas de Ponta

Energia Activa em Horas de Cheia

Energia Activa em horas de Vazio Normal

Energia Activa em horas de Super Vazio

O Utilizador necessita ainda de especificar:

Perfil de Utilização em vigor;

No que diz respeito aos Combustíveis, à semelhança do respectivo Módulo, o Módulo SIGEN – Relatório Anual foi desenvolvido para Utilizadores que consumam combustíveis de entre uma vasta gama de combustíveis tipicamente utilizados no sector da indústria, nomeadamente:

Gás Natural;

Fuelóleo;

Gasóleo;

Gás Propano;

Gás Butano;

Petróleo bruto;

Coque de petróleo;

Coque de carvão;

Nafta

Condensados de gasolina;

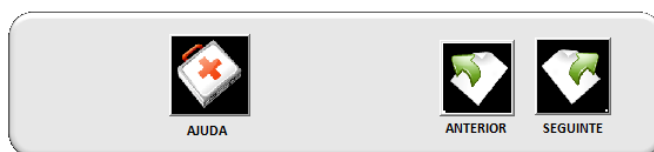
Biomassa (madeira e derivados);

A página Combustíveis do SIGEN – Relatório Anual pede ao Utilizador para seleccionar os combustíveis consumidos na sua Empresa, os consumos mensais desses combustíveis no ano em análise, e ainda o seu custo mensal por unidade de consumo.

Só quando os dados de produção, electricidade, e combustíveis estão todos preenchidos é que o programa permite visualizar todas as suas páginas. Para isso, o Utilizador



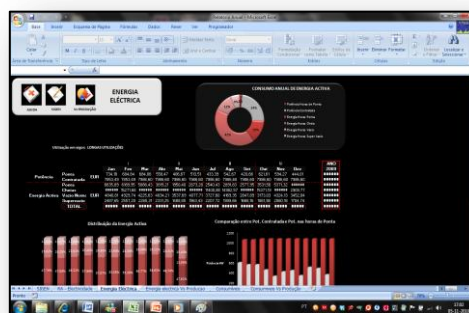
tem de clicar no botão “Elaborar Análises” no painel de opções que se situa no canto inferior direito da página e pode ser visto na imagem abaixo:



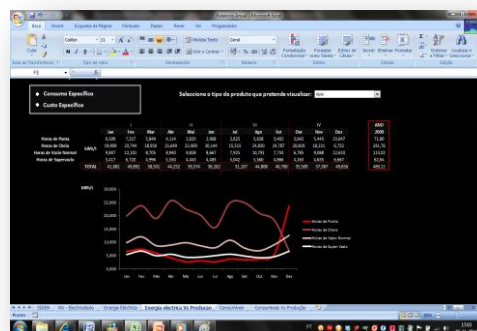
O botão “AJUDA” já foi explicado no início deste Anexo.

Depois dos dados preenchidos, o Utilizador pode então carregar no botão “Elaborar Análises” e, depois de uma mensagem de confirmação de envio de dados, tem acesso a quatro páginas de cálculo:

**Energia Eléctrica** – Página com análises relativas ao consumo de electricidade. Ao clicar no botão “Vs. PRODUÇÃO” tem acesso à página Energia Eléctrica Vs. Produção.

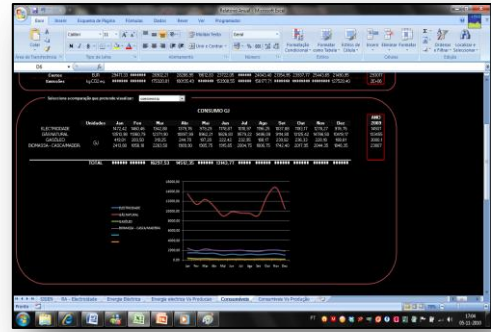


**Energia Eléctrica Vs. Produção** – Página com poupanças obtidas na mudança horária da produção. Permite seleccionar entre consumo específico ou custo específico e seleccionar o produto para ver as referidas análises específicas feitas ao produto seleccionado.

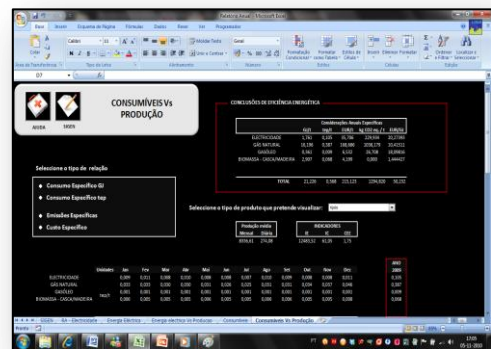




**Consumíveis** – Página com três painéis que contêm várias análises. O primeiro permite seleccionar o consumível (electricidade ou combustíveis) para ver as suas emissões, consumos de energia e custos mensais. O segundo painel permite seleccionar consumos, emissões ou custos para contribuições mensais de cada consumível para o parâmetro seleccionado. Já o terceiro painel permite ver as conclusões anuais. Ao clicar no botão “Vs. PRODUÇÃO” tem acesso à página Consumíveis Vs. Produção.



**Consumíveis Vs. Produção** – Página com conclusões anuais de eficiência energética. Permite seleccionar entre consumo específico, custo específico, e emissões específicas e seleccionar o produto para ver as referidas análises específicas feitas ao produto seleccionado.

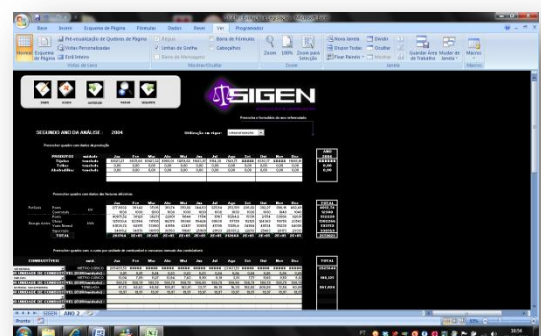


## 9.5. SIGEN – Evolução e Legislação

O Módulo SIGEN – Evolução e Legislação tem várias páginas de inserção de dados, uma para cada ano, consoante os anos que o Utilizador escolhe, de entre dois a seis, nomeadamente:

**Produção** – Especificação da produção mensal da Empresa e do VAB do ano em análise.

**Electricidade** – Especificação do tarifário de electricidade, do perfil de utilização, e das facturas mensais de





energia eléctrica.

**Combustíveis** – Especificação dos consumos mensais e custos específicos mensais de cada combustível.

Assim sendo, à semelhança do Módulo Electricidade e Relatório Anual, o Módulo foi desenvolvido para Utilizadores em regime de Média e Alta tensão que têm o fornecedor de último recurso como fornecedor de energia eléctrica, no entanto, se os parâmetros facturados pelo distribuidor forem os mesmos que o fornecedor de último recurso, o Módulo também se adapta a Utilizadores no mercado liberalizado já que permite introduzir os valores facturados pelo fornecedor, nomeadamente no que diz respeito a:

- Potência em horas de ponta (EUR/kW por mês);
- Potência contratada (EUR/kW por mês);
- Energia Activa (EUR/kWh);
- Energia Reactiva fornecida e consumida (EUR/kvarh);
- Termo tarifário fixo (EUR/mês);

A página Electricidade do SIGEN – Relatório Anual pede ao Utilizador para inserir estes dados e os consumos mensais do ano em análise, nomeadamente:

- Potência Contratada
- Potência Tomada em Horas de Ponta
- Energia Activa em Horas de Ponta
- Energia Activa em Horas de Cheia
- Energia Activa em horas de Vazio Normal
- Energia Activa em horas de Super Vazio
- O Utilizador necessita ainda de especificar:
- Perfil de Utilização em vigor;

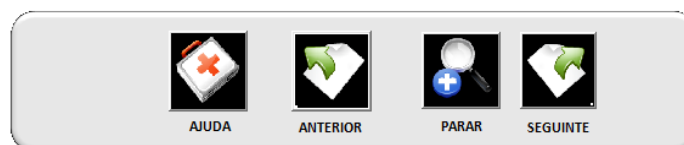
No que diz respeito aos Combustíveis, à semelhança do respectivo Módulo, o Módulo SIGEN – Evolução e Legislação foi desenvolvido para Utilizadores que consumam



combustíveis de entre uma vasta gama de combustíveis tipicamente utilizados no sector da indústria, nomeadamente:

Gás Natural;  
Fuelóleo;  
Gasóleo;  
Gás Propano;  
Gás Butano;  
Petróleo bruto;  
Coque de petróleo;  
Coque de carvão;  
Nafta  
Condensados de gasolina;  
Biomassa (madeira e derivados);

Só quando os dados de um determinado ano estão todos preenchidos é que o programa permite passar para o ano seguinte. O programa só permite visualizar todas as suas páginas quando pelo menos dois anos estão preenchidos. Para isso, o Utilizador tem de clicar no botão "PARAR" no painel de opções que se situa no canto superior esquerdo da página e pode ser visto na imagem abaixo:



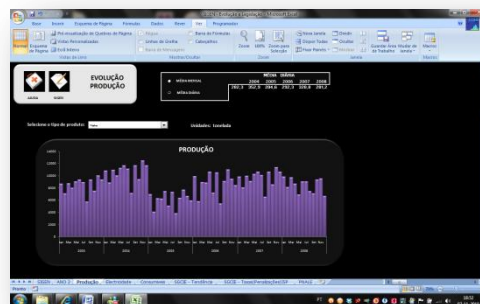
O botão "AJUDA" já foi explicado no início deste Anexo.

Depois dos dados preenchidos, o Utilizador pode então carregar no botão "PARAR" e, depois de uma mensagem de confirmação de envio de dados, tem acesso a oito páginas de cálculo:

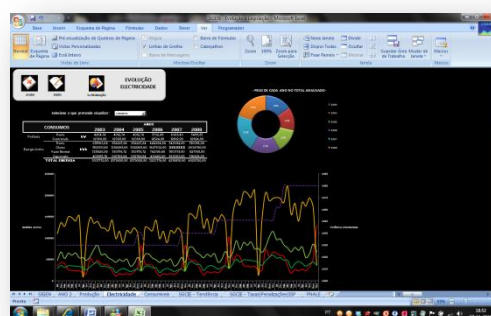




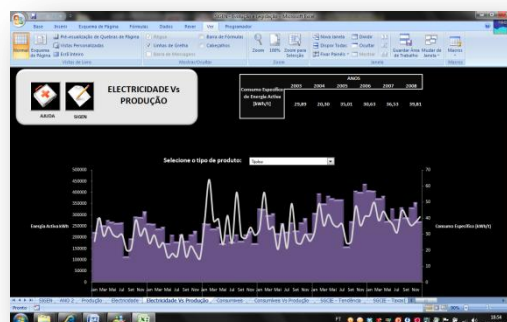
**Produção** – Página com distribuição mensal e anual da produção da Empresa. Permite seleccionar entre médias diárias ou médias mensais e seleccionar o tipo de produto em que se pretende ver as referidas análises.



**Electricidade** – Página que permite seleccionar entre consumos ou custos para ver a distribuição mensal e anual destes parâmetros nas facturas de electricidade. Ao clicar no botão “Vs PRODUÇÃO” tem acesso à página Electricidade Vs Produção.



**Electricidade Vs Produção** – Página com evolução anual e mensal do consumo de energia activa e consumo específico de energia activa de acordo com o tipo de produto seleccionado. Permite ainda ver um gráfico de dispersão relacionando o consumo de electricidade com a produção.

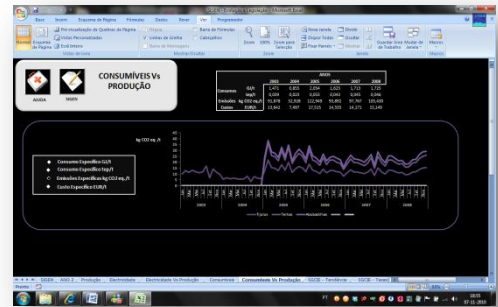


**Consumíveis** – Página com dois quadros. O primeiro quadro permite ver os consumos mensais de electricidade e combustíveis de acordo com o ano seleccionado. O segundo quadro permite ver a evolução gráfica dos consumos, custos, ou emissões de acordo com o que o Utilizador seleccionar. Ao clicar no botão “Vs PRODUÇÃO” tem acesso à página Consumíveis Vs Produção.

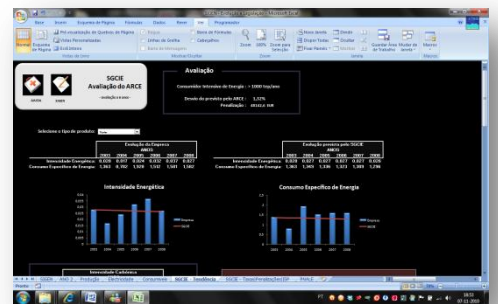




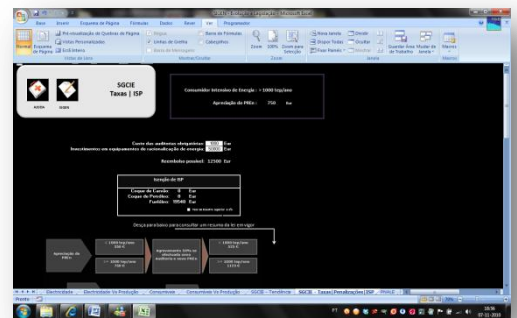
**Consumíveis Vs Produção** – Página que permite seleccionar entre consumo específico, custo específico ou emissões específicas para ver a evolução mensal e anual de todos os produtos produzidos pela Empresa.



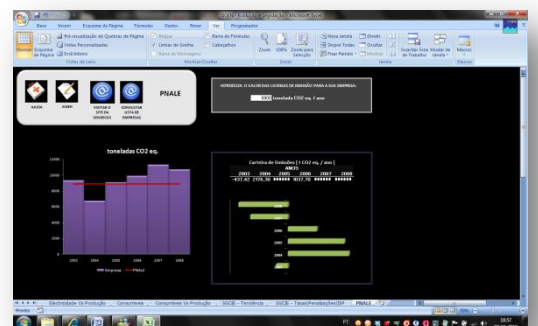
**SGCIE Tendência** – Página com comparação entre Intensidade Energética, e Consumo Específico de Energia, da Empresa e o esperado pelo SGCIE. Permite ver a evolução anual da intensidade carbónica e a situação da Empresa face ao previsto no ARCE.



**SGCIE Taxas|Penalizações|ISP** – Página onde se tem de inserir o custo das auditorias obrigatórias e do investimento feito em equipamentos de racionalização de energia para que o programa possa calcular quanto pode ser reembolsado. Pode-se ver um painel com a isenção do ISP prevista no SGCIE.



**PNALE** – Página que requer a inserção da quantidade de Licenças de Emissão que a Empresa tem direito para ver o balanço entre as emissões libertadas pela Empresa e o limite máximo imposto pela lei. A página permite ainda controlar o saldo de Licenças de Emissão. Ao clicar no botão “CONSULTAR LISTA DE EMPRESAS” tem acesso à proposta de atribuição de licenças de emissão referente ao período 2008 – 2012 (PNALE II) para efeitos de consulta pública. Ao clicar no



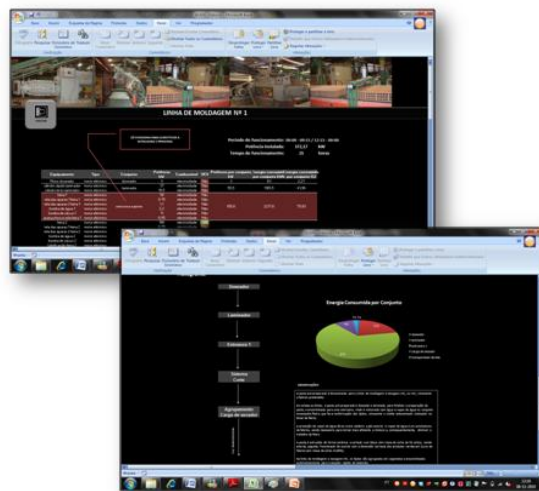


botão "VISITAR O SITE DA SENDECO<sub>2</sub>" tem acesso ao website da SENDECO<sub>2</sub>.

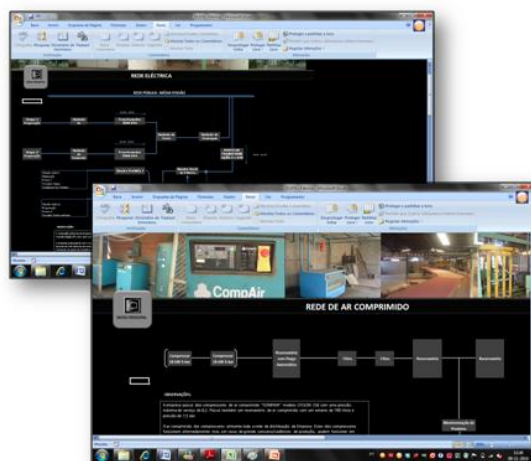




**Páginas de cada Centro de Custos** – As páginas de cada centro de custos têm informação sobre todos os equipamentos consumidores que fazem parte do centro de custos, de que modo estão interligados e o peso de cada um no consumo global de energia do centro. Para além disso, as páginas têm informações adicionais de interesse, assim como uma explicação detalhada do processo fabril.



**Redes de energia** – Estas páginas dizem respeito à rede eléctrica da fábrica, à rede de ar comprimido e à rede de distribuição de vapor. Possuem informação e desenhos esquemáticos de cada uma das redes, nas respectivas páginas.



**Cogeração** – Página que contém informação e desenhos esquemáticos das unidades de cogeração da Empresa .

