



FCTUC FACULDADE DE CIÊNCIAS
E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

DEPARTAMENTO DE
ENGENHARIA MECÂNICA

Caracterização de Ferramentas de Apoio à Gestão de Energia na Indústria

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente na Especialidade de Tecnologia e Gestão do Ambiente

Autor

Ana Margarida Dias Milheiro Martins

Orientador

Professor Doutor Ricardo António Lopes Mendes

Co-Orientador

Professor Doutor José Manuel Baranda Ribeiro

Júri

Presidente

Professor Doutor António Rui de Almeida Figueiredo
Professor associado com Agregação da Universidade de Coimbra

Vogais

Professor Doutor Ricardo António Lopes Mendes

Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra

Professor Doutor José Manuel Baranda Ribeiro

Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra

Mestre Vítor Alexandre Ribeiro Ferreira

Investigador da ADAI

Coimbra, Julho, 2012

Ao meu avô.

Agradecimentos

A realização desta dissertação marca o culminar de uma importante etapa da minha vida. Gostaria de expressar o meu agradecimento a todos aqueles que contribuíram de forma decisiva para a sua concretização.

Ao Professor Doutor José Manuel Baranda Ribeiro e ao Professor Doutor Ricardo António Lopes Mendes pela disponibilidade, pelo apoio prestado e pela orientação científica ao longo deste trabalho.

Aos meus pais que sempre me auxiliaram incondicionalmente em todos os momentos desta etapa.

Ao resto da minha família por toda a preocupação e incentivo.

Ao Pedro que tem um lugar especial em cada página desta fase, pela constante presença e pelas palavras certas no momento certo.

Aos amigos pela motivação, dedicação e pelos momentos felizes partilhados.

A todos Muito Obrigada!

Resumo

Actualmente, uma das maiores preocupações do sector industrial em Portugal, é a do custo da energia enquanto factor de produção. Para reduzir o peso desse factor de produção na estrutura de custos dos produtos ou serviços que prestam, é importante que as empresas optimizem processos, equipamentos e comportamentos.

Um dos aspectos primordiais dessa estratégia de melhoria passa pela caracterização contínua dos consumos de energia e dos valores da produção, pois só assim se poderá avaliar o sucesso associado à implementação de cada medida concreta.

Existem actualmente diversos tipos de ferramentas informáticas, quase todas não desenvolvidas em Portugal, de apoio à selecção de medidas que visem o aumento da eficiência e que, simultaneamente facilitam o processo de monitorização de consumos.

O objectivo da presente dissertação é o de aferir a aplicabilidade de ferramentas de apoio à gestão de energia na realidade da indústria nacional. Estas ferramentas são não só importantes na monitorização dos consumos, como também no apoio à decisão, nos aspectos relacionados com equipamentos, processos e comportamentos, na área da eficiência energética.

Numa primeira fase, é realizada uma pesquisa de ferramentas de apoio que se encontrem disponíveis gratuitamente e que cumpram os objectivos pretendidos.

Após investigação, as ferramentas são aplicadas à realidade que se pretende aferir. Para tal, é realizada a aplicação de dois casos de estudo de duas indústrias de sectores distintos em Portugal.

Posto isto, são retiradas conclusões sobre a aplicabilidade e a utilidade destes programas.

Uma das conclusões surge do facto de os programas seleccionados para análise, não se adequarem á realidade Portuguesa. Assim é basilar criar-se um caderno de encargos para o desenvolvimento de uma adequada ferramenta de apoio.

Palavras-chave: Gestão de Energia, Indicadores Energéticos, Eficiência Energética.

Abstract

Currently, the cost of energy as a production factor is one of the major concern in the industrial sector in Portugal. In order to reduce the heaviness of this factor in production cost structure of the products or provided services, it is important for companies to optimize the processes, equipment and behavior.

One of the main aspects of this enhancing strategy passes by the continuous characterization of the energy consumption and the production values. This is the only way to evaluate the effectiveness of the process associated to the implementation of each concrete measure.

There are currently several technological tools, not all developed in Portugal, to support the selection of measures aimed to the increase of the efficiency and simultaneously to facilitate the process of monitoring of consumption.

The purpose of this thesis is to assess the applicability of tools to support power management to the reality of the national industry. These tools are not only important in the monitoring of consumption but also in decision support in aspects related to equipment, processes and behaviors in the sector of energy efficiency.

On a first phase, a research regarding the available cost free helping tools that can achieve the intended objectives, was made.

After this research, the tools were applied in two study cases on two distinct Portuguese industries from different sectors.

Therefore, conclusions related to the applicability and utility are withdrawn from this program.

One of the conclusions obtained is that the selected programs for analysis do not fit the Portuguese reality. Therefore, it is fundamental to create a charges logbook in order to develop a suitable helping tool.

Keywords Energy Management, Energy Indicators, Energy Efficiency.

Índice

Índice de Figuras	vi
Índice de Tabelas	ix
Siglas	x
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Enquadramento	1
1.2. Motivação e Objectivos	3
1.3. Estrutura da Tese	4
2. ANÁLISE DE FERRAMENTAS DE APOIO	5
2.1. Identificação de Ferramentas de Apoio	5
2.2. Caracterização das Ferramentas de Apoio	6
2.2.1. AVReporter Basic Edition v2.5	6
2.2.2. EnergyPrint	8
2.2.3. Optima Energy Management	8
2.2.4. EnergyActive	9
2.2.5. eSight energy	10
2.2.6. PowerMinder	10
2.2.7. Energy Brain v5.2	11
2.2.8. Dexcell Energy Manager v2.8.1	12
2.2.9. Energy Tracking Tool	13
2.2.10. Data Center Profiler v2.0	15
2.2.11. Industrial Facilities Scorecard v3.0	16
2.2.12. Plant Energy Profiler v1.0	17
2.2.13. Industrial Technologies Program - Integrated Tool Suite	19
2.2.14. Energy Lens	20
2.3. Ferramentas de Apoio Seleccionadas	21
3. APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE APOIO	22
3.1. Caso Prático: Empresa A	22
3.1.1. Plant Energy Profiler	22
3.1.2. Integrated Technologies Program	39
3.2. Caso Prático: Empresa B	54
3.2.1. Plant Energy Profiler	55
3.2.2. Integrated Technologies Program	63
4. COMPARAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE APOIO	72
5. CADERNO DE ENCARGOS	76
6. CONCLUSÃO	78
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80

8.	ANEXO A	82
9.	ANEXO B	92
10.	ANEXO C	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Organograma do funcionamento do programa AVReporter (Fonte: KONSys, 2012).....	7
Figura 2.2. Exemplo da constituição de um sistema Energy Brain (Fonte: QEnergia, 2010).	12
Figura 2.3. Interface do programa de apoio à gestão de energia Dexcell Energy Manager v2.8.1 (Fonte: DEXMA, 2011).....	13
Figura 2.4. Interface do programa de apoio à gestão de energia Data Center Profiler v2.0 (Fonte: AMO, 2011).	16
Figura 2.5. Interface do programa de apoio à gestão de energia Industrial Facilities Scorecard v3.0 (Fonte: AMO, 2011).	17
Figura 2.6. Interface inicial do programa de apoio à gestão de energia Plant Energy Profiler v1.0 (Fonte: AMO, 2011).	18
Figura 2.7. Interface inicial do programa de apoio à gestão de energia Industrial Technologies Program - Integrated Tool Suite (Fonte: AMO, 2011).	20
Figura 2.8. Interface do programa de apoio à gestão de energia Energy Lens (Fonte: BizEE, 2008).	21
Figura 3.1. Interface do passo 1 do programa de apoio à gestão de energia PEP, da empresa A (Fonte: AMO, 2011).	24
Figura 3.2. Interface do passo 2 do programa de apoio à gestão de energia PEP, da empresa A (Fonte: AMO, 2011).	24
Figura 3.3. Interface do passo 3 do programa de apoio à gestão de energia PEP, da empresa A (Fonte: AMO, 2011).	26
Figura 3.4. Interface do passo 4 do programa de apoio à gestão de energia PEP, da empresa A (Fonte: AMO, 2011).	26
Figura 3.5. Interface do passo 5 do programa de apoio à gestão de energia PEP, da empresa A (Fonte: AMO, 2011).	28
Figura 3.6. Interface do passo 6 do programa de apoio à gestão de energia PEP, da empresa A (Fonte: AMO, 2011).	29
Figura 3.7. Interface do passo 7 do programa de apoio à gestão de energia PEP, da empresa A (Fonte: AMO, 2011).	30
Figura 3.8. Interface dos resultados do programa de apoio à gestão de energia PEP, da empresa A. Sumário do consumo de energia anual (Fonte: AMO, 2011).	32
Figura 3.9. Interface dos resultados do programa de apoio à gestão de energia PEP, da empresa A. Consumo de energia na produção (Fonte: AMO, 2011).	33
Figura 3.10. Interface dos resultados do programa de apoio à gestão de energia PEP, da empresa A. Potenciais poupanças anuais de energia (Fonte: AMO, 2011).....	36

Figura 3.11. Interface dos resultados do programa de apoio à gestão de energia PEP, da empresa A. Potenciais poupanças anuais de emissões de CO ₂ (Fonte: AMO, 2011).	37
Figura 3.12. Interface do passo 2 do programa de apoio à gestão de energia ITP, da empresa A (Fonte: AMO, 2011).....	40
Figura 3.13. Interface do <i>input</i> gás natural no programa de apoio à gestão de energia ITP, da empresa A (Fonte: AMO, 2011).....	41
Figura 3.14. Interface final do passo 2 do programa de apoio à gestão de energia ITP, da empresa A (Fonte: AMO, 2011).....	41
Figura 3.15. Interface do passo 3 do programa de apoio à gestão de energia ITP, da empresa A (Fonte: AMO, 2011).....	42
Figura 3.16. Interface do passo 4 do programa de apoio à gestão de energia ITP, da empresa A (Fonte: AMO, 2011).....	43
Figura 3.17. Interface da “folha de consumos” padrão no programa de apoio à gestão de energia ITP (Fonte: AMO, 2011).	43
Figura 3.18. Interface final do passo 5 do programa de apoio à gestão de energia ITP, da empresa A (Fonte: AMO, 2011).....	44
Figura 3.19. Interface do passo 6 do programa de apoio à gestão de energia ITP, da empresa A (Fonte: AMO, 2011).....	45
Figura 3.20. Interface dos resultados do programa de apoio à gestão de energia ITP, da empresa A. Informações do caso em estudo (Fonte: AMO, 2011).	47
Figura 3.21. Interface dos resultados do programa de apoio à gestão de energia ITP, da empresa A. Energia anual adquirida (Fonte: AMO, 2011).....	48
Figura 3.22. Interface dos resultados do programa de apoio à gestão de energia ITP, da empresa A. Energia total anual consumida (Fonte: AMO, 2011).	49
Figura 3.23. Interface dos resultados do programa de apoio à gestão de energia ITP, da empresa A. Tipos de energia anual consumida (Fonte: AMO, 2011).	50
Figura 3.24. Interface dos resultados do programa de apoio à gestão de energia ITP, da empresa A. Potenciais poupanças de energia (Fonte: AMO, 2011).....	51
Figura 3.25. Interface dos resultados do programa de apoio à gestão de energia ITP, da empresa A. Potenciais poupanças de emissões de CO ₂ para a atmosfera (Fonte: AMO, 2011).....	51
Figura 3.26. Interface do passo 1 do programa de apoio à gestão de energia PEP, da empresa B (Fonte: AMO, 2011).....	55
Figura 3.27. Interface do passo 2 do programa de apoio à gestão de energia PEP, da empresa B (Fonte: AMO, 2011).....	56
Figura 3.28. Interface do passo 3 do programa de apoio à gestão de energia PEP, da empresa B (Fonte: AMO, 2011).....	56
Figura 3.29. Interface do passo 4 do programa de apoio à gestão de energia PEP, da empresa B (Fonte: AMO, 2011).....	57
Figura 3.30. Interface do passo 5 do programa de apoio à gestão de energia PEP, da empresa B (Fonte: AMO, 2011).....	57

Figura 3.31. Interface do passo 6 do programa de apoio à gestão de energia PEP, da empresa B (Fonte: AMO, 2011).	58
Figura 3.32. Interface do passo 7 do programa de apoio à gestão de energia PEP, da empresa B (Fonte: AMO, 2011).	59
Figura 3.33. Interface dos resultados do programa de apoio à gestão de energia PEP, da empresa B. Sumário do consumo de energia anual (Fonte: AMO, 2011).	59
Figura 3.34. Interface dos resultados do programa de apoio à gestão de energia PEP, da empresa B. Consumo de energia na produção (Fonte: AMO, 2011).	59
Figura 3.35. Interface dos resultados do programa de apoio à gestão de energia PEP, da empresa B. Potenciais poupanças anuais energéticas (Fonte: AMO, 2011).	61
Figura 3.36. Interface dos resultados do programa de apoio à gestão de energia PEP, da empresa B. Potenciais poupanças anuais das emissões de CO ₂ (Fonte: AMO, 2011).	62
Figura 3.37. Interface do passo 1 do programa de apoio à gestão de energia ITP, da empresa B (Fonte: AMO, 2011).	63
Figura 3.38. Interface do passo 2 do programa de apoio à gestão de energia ITP, da empresa B (Fonte: AMO, 2011).	64
Figura 3.39. Interface do passo 3 do programa de apoio à gestão de energia ITP, da empresa B (Fonte: AMO, 2011).	64
Figura 3.40. Interface do passo 4 do programa de apoio à gestão de energia ITP, da empresa B (Fonte: AMO, 2011).	65
Figura 3.41. Interface do passo 5 do programa de apoio à gestão de energia ITP, da empresa B (Fonte: AMO, 2011).	65
Figura 3.42. Interface do passo 6 do programa de apoio à gestão de energia ITP, da empresa B (Fonte: AMO, 2011).	66
Figura 3.43. Interface dos resultados do programa de apoio à gestão de energia ITP, da empresa B. Informações do caso em estudo (Fonte: AMO, 2011).	68
Figura 3.44. Interface dos resultados do programa de apoio à gestão de energia ITP, da empresa B. Consumo energético anual de energia eléctrica e de combustíveis (Fonte: AMO, 2011).	69
Figura 3.45. Interface dos resultados do programa de apoio à gestão de energia ITP, da empresa B. Potenciais poupanças anuais relativas à energia eléctrica e aos combustíveis (Fonte: AMO, 2011).	70
Figura 3.46. Interface dos resultados do programa de apoio à gestão de energia ITP, da empresa B. Potenciais poupanças anuais de emissões de CO ₂ (Fonte: AMO, 2011).	70
Figura 8.1. <i>Scorecards</i> de cada sistema, encontrados no passo 3 do programa de apoio à gestão de energia PEP, para a empresa A (Fonte: AMO, 2011).	91
Figura 10.1. <i>Scorecards</i> de cada sistema, encontrados no passo 3 do programa de apoio à gestão de energia PEP, para a empresa B (Fonte: AMO, 2011).	94

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1. Ferramentas de apoio e respectivas entidades disponibilizadoras.....	6
Tabela 3.1. Associação dos sectores/equipamentos seleccionados no programa com os sectores da empresa A.	25
Tabela 3.2. Conversão de unidades dos valores de PCI dos combustíveis, da empresa A.	27
Tabela 3.3. Distribuição de consumos energéticos para cada sector/equipamentos, em GJ e em %, da empresa A.	29
Tabela 3.4. Diferença de valores do consumo de energia, da empresa A.	34
Tabela 3.5. Relação dos sectores/equipamentos seleccionados no programa com o respectivo sector da indústria.	55
Tabela 3.6. Distribuições dos consumos energéticos por sectores/equipamentos, na empresa B.	58
Tabela 3.7. Diferença de valores do consumo de energia, da empresa B.	60
Tabela 4.1. Quadro esquemático dos sectores/equipamentos passíveis a oportunidades de poupança nos dois programas de apoio à gestão de energia.....	74
Tabela 9.1. Factores de conversão de unidades.....	92

SIGLAS

ADAI – Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial

URE – Utilização Racional de Energia

BCSD – Business Council for Sustainable Development

ADENE – Agência para a Energia

PDCA – Plan, Do, Check and Act

PNAEE – Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética

SGCIE – Sistema de Gestão dos Consumidores Intensivos de Energia

DGEG – Direcção Geral da Energia e da Geologia

CIE – Consumidores Intensivos de Energia

ISR – Instituto de Sistemas e Robótica

AMO – Advanced Manufacturing Office

EPA – Environmental Protection Agency

PEP – Plant Energy Profiler

ITP – Industrial Technologies Program

EIA – Energy Information Administration

tep – Tonelada Equivalente de Petróleo

GPL – Gás Propano Liquefeito

HVAC – Heating, Ventilation, and Air Conditioning

PCI – Poder Calorífico Inferior

1. INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento

A energia é fundamental para assegurar o desenvolvimento económico e social de um país. O sector industrial é classificado como um dos sectores que consome mais energia. Assim, é importante o desenvolvimento e aplicação de tecnologias que controlem o consumo de energia em cada processo da indústria, e as respectivas emissões de gases com efeito de estufa.

A utilização racional de energia (URE) visa proporcionar o mesmo nível de produção de bens, serviços e conforto através de tecnologias que reduzam os consumos face a soluções convencionais. (BCSD Portugal, 2005).

Para tal a gestão de energia assume um papel relevante em todos os sectores sociais e empresariais.

A gestão da energia caracteriza-se por abranger um vasto conjunto de boas práticas, que inclui a utilização de ferramentas de apoio, que visam, através da monitorização de consumos, o aumento da eficiência energética.

Para que os esforços de poupança de energia sejam bem sucedidos, são necessários desenvolvimentos tecnológicos susceptíveis de serem levados à prática, bem como medidas políticas que regulamentem o consumo energético e as emissões de gases com efeito de estufa e que estimulem em simultâneo a competitividade económica global das empresas Portuguesas. (ADENE, 2010)

A nível europeu, torna-se particularmente importante que as indústrias tenham um sistema de gestão de energia, baseado na NORMA DIN EN 16001. Esta norma pode ser adoptada por qualquer empresa ou organização, independentemente do seu sector e do seu tamanho.

Segundo a NORMA DIN EN 16001:2009, um sistema de gestão deve assegurar que todos os objectivos da empresa sejam implementados de forma sistemática e que possam ser avaliados em cada fase. Sendo que, também devem ser utilizados de forma adequada, contribuindo para a melhoria da estrutura operacional e organizacional de uma

empresa, em conformidade com as exigências do mercado, dos clientes, dos investidores, da sociedade e do país. Um sistema de gestão de energia, de acordo com a norma, segue uma metodologia de ciclo *Plan, Do, Check, Act* (PDCA), baseado na melhoria contínua do processo ou sistema.

A nível nacional, e no âmbito do Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética (PNAEE), regulamentado pelo Decreto-Lei n.º 71/2008 de 15 de Abril, surge o Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia (SGCIE). Referenciado pela ADENE, no Guia da Eficiência Energética, o PNAEE estabelece como meta a alcançar até 2015, a implementação de medidas de melhoria de eficiência energética, equivalentes a 10% do consumo final de energia.

De acordo com a Direção Geral da Energia e Geologia (DGEG), o sistema de gestão dos consumos intensivos de energia é dirigido a instalações consumidoras intensivas de energia (CIE) e tem como objectivo promover a eficiência energética e monitorizar os consumos energéticos, em especial no sector industrial. Pelo que uma indústria consumidora intensiva de energia deve realizar periodicamente auditorias energéticas, em períodos regulamentados, consoante o seu consumo anual.

No âmbito do SGCIE, uma auditoria energética, diz respeito ao levantamento e análise das condições de consumo de energia numa instalação, bem como ao reconhecimento de oportunidades de racionalização de consumos, com vista a uma melhoria do desempenho energético da instalação. Estas melhorias podem ser relacionadas com medidas de alteração física ou com medidas comportamentais, que respeitem as boas práticas de acção.

Para se alcançar um qualquer objectivo em termos de eficiência energética é fundamental o desenvolvimento de ferramentas que facilitem a contabilização dos consumos e a sua correlação com a produção. Permitindo a tomada de decisões que se convertam em medidas de progresso na poupança de energia, reduzindo o consumo de energia, o que poderá originar um aumento da competitividade entre as indústrias.

1.2. Motivação e Objectivos

Devido à constante promoção da eficiência energética através de serviços de energia, é fundamental criar uma abordagem que investiga o melhor método de análise de consumos, de forma a se obter consequentemente a melhor eficiência na indústria.

Os serviços de energia integram um vasto leque de actividades, como auditorias energéticas, o estudo e a implementação de medidas de utilização racional de energia, o projecto e o dimensionamento de sistemas de produção local de energia mais eficientes, a manutenção de sistemas energéticos, *leasing* de equipamentos e o financiamento de projectos. Ou seja, os serviços de energia consistem na gestão da energia do cliente através de uma abordagem integrada de todos os aspetos relacionados com a energia. (BCSD Portugal, ISR; 2005)

No âmbito destas considerações, é objectivo desta dissertação proceder à análise de ferramentas de apoio na gestão de energia para a indústria. Pretende-se verificar a utilidade e aplicabilidade na indústria Portuguesa, das ferramentas disponibilizadas gratuitamente por uma diversidade de instituições na área da energia. Esta análise, para além de promover o aconselhamento às empresas na seleção deste tipo de ferramentas, permitirá ainda definir um conjunto de características que o ideal programa de apoio à gestão de energia deverá possuir.

Para tal, é fundamental elencar quais são os *inputs* solicitados por esse tipo de ferramentas de apoio, que originam relatórios ou sequências de indicadores que apontam para sectores e/ou equipamentos passíveis de poupança de energia, procedendo-se a uma exaustiva comparação desses mesmo resultados com as exigências da legislação nacional.

Sendo que as ferramentas de apoio à gestão de energia poderão auxiliar o gestor da indústria a melhorar a sua gestão, estas também poderão consequentemente ser uma das bases de análise de informação na realização das auditorias energéticas.

Dado que, da utilização destas ferramentas de apoio, resultam grandes melhorias na gestão de energia, é impreterível uma análise aprofundada e ajustada à realidade Portuguesa.

1.3. Estrutura da Tese

Adicionalmente a este capítulo introdutório, em que é delineado o tema da dissertação com as respectivas considerações gerais, objectivos e motivação, seguem-se quatro capítulos.

O segundo capítulo da presente dissertação tem como propósito a descrição das ferramentas de apoio seleccionadas. Isto é, elenca o conjunto de ferramentas, que surgem da fase de pesquisa, onde é caracterizada cada uma delas, referindo os seus objetivos de funcionamento e também a que públicos se dirigem. Nesse capítulo pode ainda averiguar-se quais as ferramentas que foram alvo de um estudo mais aprofundado e por que razão foram essas as seleccionadas.

Seguidamente, no terceiro capítulo são testadas as competências de cada ferramenta de apoio, tendo por base a utilização de dois casos práticos de relatórios de auditorias energéticas, de forma a se auferir resultados e a analisá-los.

Para que a análise das ferramentas seja cumprida, é pertinente que no capítulo quatro seja realizada uma comparação das várias ferramentas de apoio, confrontando os diferentes *inputs* e resultados que cada programa oferece, referindo as principais vantagens e limitações da utilização dos mesmos.

No quinto capítulo surge um caderno de encargos, que uma potencial ferramenta de apoio à gestão de energia deverá conter.

No último capítulo, são redigidas as conclusões de todo o trabalho.

2. ANÁLISE DE FERRAMENTAS DE APOIO

2.1. Identificação de Ferramentas de Apoio

De acordo com a ADENE, os dados da caracterização de registos efectuados no SGCIE relativos a Abril de 2012, referem 777 novas instalações averbadas ao SGCIE, desde Dezembro de 2011.

Esta evidência vem reforçar o recurso a medidas políticas que se destinam a um aumento da eficiência do consumo de energia sem gerar desperdícios, em que as instalações industriais se vêm forçadas a cumprir. Advém assim, a importância da utilização de ferramentas de apoio, de forma a controlar e reduzir os seus consumos energéticos para a mesma quantidade de benefícios produzidos.

Nesta fase inicial de identificação das ferramentas de apoio com interesse para este estudo tomaram-se como critérios de selecção as seguintes características: o programa de apoio à gestão de energia deve destinar-se à indústria, contemplar as necessidades da realidade Portuguesa, que os seus resultados possam ser úteis a auditorias energéticas e por fim que o utilizador consiga obter da sua aplicação resultados directos.

Assim, da pesquisa realizada, tal como é apresentado na Tabela 2.1, são identificados primeiramente alguns potenciais programas de apoio à gestão de energia que suportam o registo de consumos energéticos, com vista a criar medidas de poupanças energéticas e económicas.

Tabela 2.1. Ferramentas de apoio e respectivas entidades disponibilizadoras.

Programa	Entidade disponibilizadora	Referência
AVReporter Basic Edition v2.5	KONsys	http://www.konsys-international.com/default.php?cikk=266
EnergyPrint	EnergyPrint	http://energyprint.com/building-energy-management-tool
Optima Energy Management	Optima	http://www.optimaenergy.net/software/software-support
EnergyActive	eComponents	http://ecomponentstech.com/energy-information-system/energyactive/
eSight energy	eSight	http://www.esightenergy.com/Sales/eSightMTSuite.aspx
PowerMinder	Integrated Research	http://www.powerminder.com/download
Energy Brain v5.2	QEnergia	http://www.qenergia.pt/129/software-de-gestao-de-energia-energy-brain.htm
Dexcell Energy Manager v2.8.1	DEXMA	http://www.dexmatech.com/productos/
Energy Tracking Tool	Energy Star	http://www.energystar.gov/index.cfm?c=industry.industrybenchmarkingtools
Data Center Profiler v2.0 - Software Tool Suite	AMO*	http://www1.eere.energy.gov/manufacturing/datacenters/software.html
Industrial Facilities Scorecard v3.0	AMO*	https://save-energy-now.org/EM/tools/tools/Pages/IF_Scorecard.aspx
Plant Energy Profiler v1.0	AMO*	https://save-energy-now.org/em/tools/Pages/ePEP.aspx
Industrial Technologies Program - Integrated Tool Suite	AMO*	http://www1.eere.energy.gov/manufacturing/tech_deployment/software_epep.html
Energy Lens	BizEE	http://www.energylens.com/

*AMO - Advanced Manufacturing Office, U.S. Department of Energy.

2.2. Caracterização das Ferramentas de Apoio

Neste subcapítulo estão descritos de forma resumida todos as potenciais ferramentas que poderiam, numa primeira análise, ser objecto de estudo.

2.2.1. AVReporter Basic Edition v2.5

O programa AVReporter Basic Edition (KONsys, 2012) foi desenvolvido pela empresa KONsys, sediada na Hungria. Esta é uma ferramenta de gestão de energia que pode ser utilizada por gestores e engenheiros. Podendo, desta forma, ser enquadrada em âmbito industrial, comercial e em instalações que agrupem vários tipos de sistemas

consumidores de energia. Os objectivos deste programa são criar diagramas de eficiência energética e realizar tarefas de contabilidade.

O AVReporter caracteriza-se por ter em conta diferentes tipos de consumos (energia eléctrica, gás, vapor e água), por determinar os custos de energia e de consumos de produtos e serviços de forma a criar relatórios individuais de consumos, relatórios de eficiência energética, relatórios de facturação e declarações de análise de custos, tendo em vista a implementação de medidas de poupanças monetárias.

Este programa tem a vantagem de oferecer soluções flexíveis e personalizadas, de acordo com o que o utilizador pretende dos resultados, como por exemplo, o formato da moeda e a aplicação de cálculos individuais de conversão de unidades. Apresenta ainda, a possibilidade de cálculos de emissão de CO₂ com exposição de relatórios sobre a emissão de gases de efeito de estufa. Ainda assim, no caso de haver outro programa de base de dados, de utilização paralela, este programa importa os dados e realiza automaticamente cálculos, elaborando os relatórios (Figura 2.1).

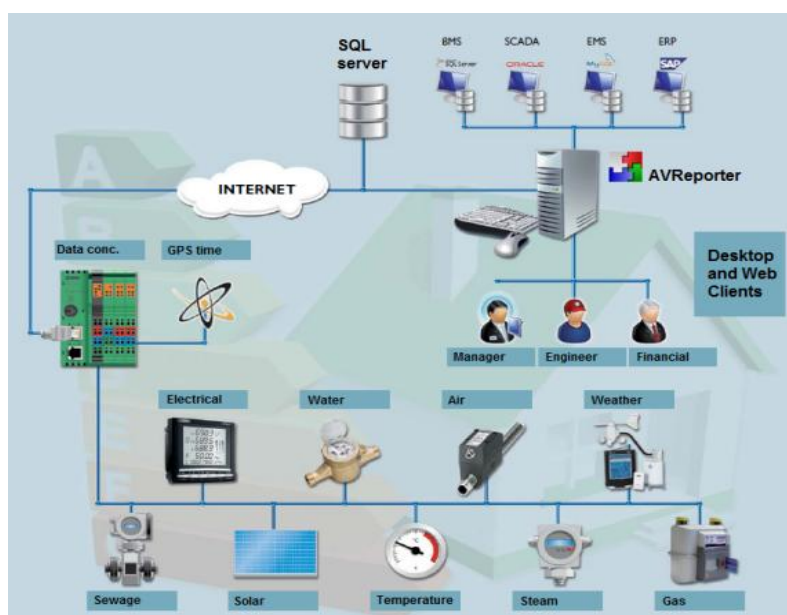


Figura 2.1. Organograma do funcionamento do programa AVReporter (Fonte: KONsys, 2012).

Apesar das várias insistências para adquirir este programa, a empresa KONsys não facultou qualquer versão para ser analisada.

2.2.2. EnergyPrint

O programa EnergyPrint (EnergyPrint, 2009) foi concebido pela empresa EnergyPrint, com o objectivo de criar um sistema automatizado de avaliação comparativa de serviços, que se integrasse totalmente com a tecnologia Energy Star.

Este programa realiza uma adequada recolha de informação dos consumos energéticos, introduzindo-os no próprio programa. Após estarem informatizados todos os consumos de energia, este realiza uma avaliação comparativa desses consumos energéticos, podendo averiguar, inclusivé, todas as oportunidades de reduzir consumos.

Para tal finalidade, o programa fornece vários indicadores:

- O custo, o consumo e as emissões de dióxido de carbono discriminados por metro quadrado;
- A tendência dos custos através de históricos, de forma a que o utilizador entenda a razão pela qual os custos aumentam ou diminuem;
- A capacidade para identificar melhorias operacionais e de capital, de modo a averiguar o retorno ao investimento dos projectos;
- O módulo orçamental, para que seja permitida a comparação entre o custo da energia e a utilização real;
- A classificação em termos de *ranking* de desempenho energético, englobado numa pontuação reconhecida pelo programa Energy Star.

Contudo a aplicabilidade deste programa de apoio à gestão de energia resume-se a edifícios, o que não vai de encontro com os objectivos em estudo.

2.2.3. Optima Energy Management

O programa Optima Energy Management (Optima, 2011) foi criado pela Optima com a missão de transformar dados em informação.

Este é um programa de apoio à gestão de energia que auxilia o gestor a estruturar e aplicar um sistema de gestão de energia, pois este programa integra uma vasta base de dados, em função dos tipos de relatórios possíveis de serem analisados, como leituras de contadores energéticos, facturas, dados dos processos, (*etc.*).

Contudo, nunca foi disponibilizado material de estudo, para retirar conclusões mais aprofundadas sobre o método de funcionamento deste programa de apoio à gestão de energia.

2.2.4. EnergyActive

O EnergyActive (eComponents, 2011) é uma ferramenta que funciona com ligação à internet e foi desenvolvido pela eComponents Technology.

Este é um programa que se destina a qualquer trabalhador da instalação, ou seja, pode ser usado por engenheiros, administradores, contabilistas e operadores industriais. Tem aplicação em instalações comerciais, institucionais e industriais, tendo ainda a vantagem de ser especialmente dedicado a empresas com múltiplas instalações e em diferentes locais.

Desta forma, tendo sido projectado para auxiliar a gestão de energia de grandes organizações, permite encontrar poupanças, tendências e anomalias de forma a se obter a máxima eficiência no consumo de energia.

Concretamente, com a utilização deste programa o operador poderá ter cooperação na realização de:

- Medições, controlos e análises de desempenhos energéticos;
- Estabelecimento de parâmetros e padrões de desempenho;
- Relatórios com referência às emissões de gases com efeito de estufa;
- Alocações dos custos de energia;
- Previsões de abastecimento das necessidades energéticas;
- Estruturação dos programas de apoio de aquisição de energia;
- Verificação das medidas de poupança em métodos que maximizem a

eficiência energética.

Este programa de apoio à gestão de energia não está disponível gratuitamente na internet, por esta razão não foi possível uma análise detalhada ao programa.

2.2.5. eSight energy

A ferramenta eSight energy (eSight, 2005) foi desenvolvida pela eSight, tendo em vista a construção de uma aplicação que oferecesse um conjunto de módulos que pudessem ser seleccionados individualmente, sempre com o objectivo de analisar a situação actual da empresa, de forma a reduzir consumos e custos na factura final. Cada módulo corresponde a um grupo de funcionalidades, que o utilizador poderá seleccionar conforme as suas necessidades. Estes módulos são destinados à análise de energia, análise financeira, análise comparativa, cálculo de indicadores, construção de relatórios e de certificados de acordo com a legislação, controlo de emissões de dióxido de carbono, facturação de consumos e importação e exportação de dados. Isto é, abrange uma vasta área de aplicabilidade, como a gestão, o acompanhamento financeiro, legislativo e de emissões.

Uma importante vantagem deste programa de apoio à gestão de energia, é que contém padrões de consumo de vários tipos de *inputs* de energia, em diferentes unidades de medida.

Numa pesquisa inicial, este programa mostrou-se ter um grande potencial que correspondia aos objectivos pretendidos, no entanto não foi possível ter acesso ao mesmo.

2.2.6. PowerMinder

O programa de apoio à gestão de energia PowerMinder (Integrated Research, 2011) foi construído pela empresa Integrated Research. Este programa destina-se a qualquer empresa que pretenda reduzir os consumos de energia, os custos e a pegada de carbono, através monitorização do desempenho energético dos sistemas existentes nas instalações e através da sugestão de práticas de sustentabilidade.

Fundamentalmente, este é um programa de registos diários, que auxilia o utilizador a interpretar os seus consumos e a ter em conta medidas que aumentem a eficiência energética dos sistemas, reduzindo os custos e as emissões, reflectindo-se assim, numa melhor gestão das instalações.

Para esta ferramenta foi facultado um código de acesso a uma demonstração do funcionamento do programa. No entanto, por se tratar de uma versão reduzida do programa, não foi possível realizar-se um estudo mais aprofundado.

2.2.7. Energy Brain v5.2

Desde 2001, que a empresa QEnergia tem a missão de desenvolver uma oferta de produtos e serviços nas áreas da qualidade energética, da qualidade das instalações eléctricas e da gestão de energia. Com base nestes objectivos, foi criado o programa Energy Brain (QEnergia, 2010).

Esta ferramenta fundamenta-se na monitorização e gestão de consumos de energia, tendo como principais propósitos:

- Análise da factura da energia, com vista na optimização do tipo de contrato de aquisição de energia;
- Análise de consumos discriminados por instalação, sector e equipamento;
- Identificação de consumos excessivos;
- Aquisição, análise e comparação de dados - verificação da eficiência de um sector ou equipamento por comparação com outros de funcionamento semelhante;
- Registo histórico de dados - planeamento de intervenções / optimização de consumos e tarifas, com a finalidade de redução de custos.

O programa caracteriza-se por ser constituído por um conjunto de contadores de energia que se colocam em grandes pontos de consumo, um concentrador que assegura as comunicações com os contadores e o programa onde está instalada a base de dados, (Figura 2.2).

mesmas ferramentas, torna-se assim incapaz de introduzir-se dados da realidade Portuguesa.



Figura 2.3. Interface do programa de apoio à gestão de energia Dexcell Energy Manager v2.8.1 (Fonte: DEXMA, 2011).

2.2.9. Energy Tracking Tool

O programa de apoio à gestão de energia Energy Tracking Tool (Energy Star, 2010) foi desenvolvido pela Energy Star com base nas directrizes da organização *Environmental Protection Agency* (EPA) dos Estados Unidos da América, que fundamentam o programa de gestão de energia. Esta ferramenta foi projectada para dar apoio às instalações industriais que participam neste programa, tendo em vista metas de redução de consumos de energia e de emissões e também avalia os processos de obtenção dessas mesmas metas.

Esta ferramenta é classificada pela Energy Star, como uma ferramenta industrial de análise comparativa de desempenho energético.

A Energy Tracking Tool (ETT) é desenvolvida em folhas de Excel, sendo a sua matrix aplicada a vários tipos de indústrias. Desta forma, o utilizador poderá seleccionar o tipo de folha de cálculo que pretende utilizar consoante o tipo de indústria a que se refere.

Este leque de folhas de cálculo, designadas por indicadores industriais de desempenho energético, restringe-se a dez actividades industriais:

- Produção de cimento;
- Produção de embalagens de vidro;
- Produção de biscoitos e bolachas;
- Refinação de milho;
- Produção de vidro plano;
- Processamento de batatas fritas congeladas;
- Produção de sumos;
- Produção de automóveis e ciclomotores;
- Produção de produtos farmacêuticos;
- Produção de celulose e papel.

Como *inputs* a esta ferramenta de cálculo existem duas secções. A primeira diz respeito às características da indústria, que pode variar consoante o tipo de indústria, como por exemplo o valor da produção anual, da rapidez de produção, do código de classificação das actividades da indústria, *etc.*. A restante secção de *inputs* considera os consumos energéticos, sendo que o utilizador também poderá introduzir o custo desses consumos.

Como resultado, os *outputs* apresentados são:

- Pontuação de acordo com a performance energética da indústria;
- Consumo específico de energia por produto;
- Eficiência da indústria;
- Energia primária consumida;
- Custo de energia por produto.

É importante referir, que todos os *inputs* e *outputs* do ano em estudo são acompanhados por valores de um ano de referência, para que o utilizador possa comparar resultados.

Existem duas grandes limitações desta ferramenta, uma delas é a sua aplicação ser restrita a pequenas e médias empresas e a outra é ser limitada às actividades industriais mencionadas anteriormente. Desta forma, este programa não foi alvo de uma análise mais criteriosa, pois os casos práticos utilizados no capítulo seguinte não se enquadravam nessas mesmas actividades.

2.2.10. Data Center Profiler v2.0

A ferramenta Data Center Profiler (AMO, 2011) foi desenvolvida pela organização Advanced Manufacturing Office (AMO) do Departamento de Energia dos Estados Unidos da América.

O Data Center Profiler pretende criar uma base de dados dos consumos energéticos de diferentes sistema. Sugerindo ao utilizador que introduza dados descritivos dos sistemas em análise, como os dados dos consumos totais de cada tipo de energia utilizada na empresa e a distribuição dos seus consumos por sistema. Em resultado, o programa oferece uma visão geral do consumo de energia e da sua eficiência, encontra também potenciais áreas que padecem de melhorias relativas à eficiência energética e apresenta potenciais reduções do consumo total de energia.

Em suma, a AMO ao criar este programa de apoio à gestão de energia pretende oferecer às empresas uma ferramenta de análise de consumos de energia por parte dos seguintes sistemas:

- Sistema eléctrico;
- Sistema de equipamentos de tecnologias de informação;
- Sistema de refrigeração;
- Sistema que gere a qualidade do ar ambiente.

Pela redação destes sistemas, conclui-se que este programa se destina a empresas que incorporem apenas sectores administrativos. Consequentemente, este programa não cumpre os objectivos pretendidos, assim não será alvo de uma análise mais aprofundada no capítulo seguinte.

Step 1 - Case Information

Welcome to DC Pro 2.0. If you are a returning user and wish to modify an existing case please select the case below. If you wish to start a new case please select "Start New Case" below.

For a printable list of the questions asked by DC Pro, please click [here](#).

You can use DCPro as an anonymous user or you can log in to be able to save your cases, track retrofits, and import your old cases from DCPro 1.1.

To sign in, click the "Sign In" link in the upper right corner. When entering your user name, enter "SENI" before your user name.

Existing Cases

- OR -

If you would like to import a legacy case from the old DCPro, please [click here](#).

Figura 2.4. Interface do programa de apoio à gestão de energia Data Center Profiler v2.0 (Fonte: AMO, 2011).

2.2.11. Industrial Facilities Scorecard v3.0

O programa de apoio à gestão de energia Industrial Facilities Scorecard (AMO, 2011) foi projectado pela organização AMO para aplicação aos edifícios de uma indústria.

Este programa foi desenvolvido para oferecer uma estimativa muito geral de potenciais poupanças de energia, ou seja, de modo a encontrar formas de reduzir o consumo de energia e os seus custos, bem como a redução de emissões.

O funcionamento do Industrial Facilities Scorecard divide-se em três interfaces. A primeira pede informações gerais do edifício, como por exemplo, que tipo de actividade é exercida na indústria, qual a percentagem de energia consumida pelos edifícios de apoio à indústria e qual a quantidade e custo da energia eléctrica e de combustível consumidos no edifício. Numa segunda fase, encontram-se os cinco *scorecards* de cada sistema em avaliação. Nestes *scorecards* são colocadas questões relativas ao sistema do conjunto de edifícios, ao sistema de condicionamento do espaço, de iluminação, de ventilação e ao sistema de aquecimento de águas. Por fim, na última interface são apresentados resultados de potenciais poupanças energéticas e monetárias nos cinco sistemas, bem como algumas recomendações que têm em vista o aumento da eficiência energética.

Esta ferramenta deve ser utilizada como auxílio ao sistema de gestão de energia dos edifícios de apoio às instalações onde ocorrem os processos fabris (escritórios, cantinas, vestuários, casas de banho, *etc.*). Ou seja, pode ser uma ferramenta que actue a

par de outra mais direccionada às instalações industriais, onde se realizam os processos produtivos. Consequentemente, não é uma ferramenta que cumpra os objectivos pretendidos.

Industrial Facilities Scorecard


This calculator was developed to provide a very general estimation of potential energy savings and simple payback. Any final economic decisions should be based upon the use of more extensive analytical tools.

To open an existing case, [click here](#).

Case Information

Use this screen to enter data from utility bills or meters. Enter data only for those meters that support the facility.

Important: This should be used only for imported energy. If you produce on site (e.g. steam or electricity), the energy used by the generators or boilers should be entered as fuel.

Case Name 

Industry Ag, Forestry, Fishing

Energy used by Buildings and Facilities 15 %

Annual Electricity Use kWh \$

Annual Fuel Use MMBtu \$

Clear Save Case to File View Scorecards

Figura 2.5. Interface do programa de apoio à gestão de energia Industrial Facilities Scorecard v3.0 (Fonte: AMO, 2011).

2.2.12. Plant Energy Profiler v1.0

O programa de apoio à gestão de energia Plant Energy Profiler (AMO, 2011) foi desenvolvido pela organização AMO, com a finalidade de auxiliar as indústrias no plano de gestão de energia.

De forma a cumprir os objectivos a que o programa se propõe, este foi dividido em oito passos fundamentais (Figura 2.6):

- Passo 1: Informações gerais, como o nome da indústria, tipo de indústria, contactos e localização;
- Passo 2: Selecção dos sistemas existentes na indústria. De um conjunto de onze sistemas (sistema das instalações industriais (iluminação, HVAC (*heating, ventilation, and air conditioning*), e instalações de apoio), sistema de refrigeração, sistema de cogeração, sistema de ar comprimido, sistema de bombas, processo de aquecimento, ventoinhas e ventiladores, manipulação de materiais, equipamento de produção de vapor, processos electroquímicos e processamento de materiais) escolhe-se os que se encontram em funcionamento;

- Passo 3: Questões sobre os parâmetros operacionais, a configuração, e os métodos de manutenção utilizados nos sistemas a analisar;
- Passo 4: Informações sobre a produção;
- Passo 5: Informações os *inputs* energéticos;
- Passo 6: Distribuição percentual dos consumos energéticos por sistemas;
- Passo 7: Classificação das oportunidades de poupança para os sistemas que não foram alvo de questões no passo três;
- Passo 8: Resultados. Neste campo, para além do resumo de consumos, os principais *outputs* são, o quadro representativo dos consumos energéticos por produção, a tabela de potenciais poupanças energéticas em cada sistema, o resumo das potenciais poupanças nas emissões de CO₂ para a atmosfera e a apresentação de recomendações para o cumprimento das esperadas poupanças energéticas. Os resultados permitem que o gestor melhore o desempenho dos sistemas consumidores de energia.

Uma vez que a ferramenta coloca questões bastante específicas sobre os sistemas, este programa deve ser utilizado por pessoas com grande conhecimento do funcionamento da indústria.

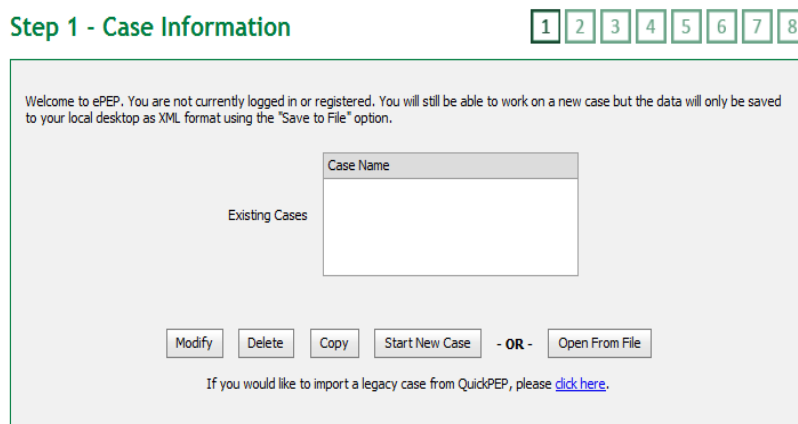


Figura 2.6. Interface inicial do programa de apoio à gestão de energia Plant Energy Profiler v1.0 (Fonte: AMO, 2011).

Este é um potencial programa que merecerá uma análise mais aprofundada, para verificar se poderá enquadrar dentro das exigências da realidade nacional.

2.2.13. Industrial Technologies Program - Integrated Tool Suite

O programa de apoio à gestão de energia Industrial Technologies Program (ITP) (AMO, 2011) foi concebido pela organização AMO, com o intuito de criar um programa de ajuda a gestores de indústrias, que pretendam obter do seu plano de gestão de energia o máximo rendimento das reduções de consumo, com a mesma produtividade. Este é um programa muito similar à ferramenta Plant Energy Profiler (PEP), contudo apresenta o pormenor de pode ser utilizado sem ligação à internet.

Com a finalidade de apresentar potenciais poupanças energéticas, esta ferramenta estrutura-se em sete passos (Figura 2.7):

- Passo 1: Informações gerais, onde há referência ao nome da indústria, tipo de indústria, contactos e localização;
- Passo 2: Informações a energia consumida;
- Passo 3: Informações sobre a produção anual;
- Passo 4: Selecção dos sistemas existentes na indústria. O utilizador poderá escolher os seguintes sistemas: sistema das instalações industriais (iluminação, HVAC, e instalações de apoio), sistema de refrigeração, sistema de cogeração, sistema de ar comprimido, sistema de bombas, processo de aquecimento, ventoinhas e ventiladores, manipulação de materiais, equipamento de produção de vapor, processos electroquímicos e processamento de materiais;
- Passo 5: Distribuição percentual dos consumos energéticos por sistemas;
- Passo 6: Classificação das oportunidades de poupança para todos os sistemas;
- Passo 7: Resultados. Este sector é dividido por cinco subsectores. No primeiro é apresentado um quadro resumo de consumos, de seguida é apresentado um quadro com a energia anual adquirida e respectiva ilustração. No terceiro subsector, encontra-se os consumos energéticos e custos discriminados por sistemas. No penúltimo quadro, observa-se as potenciais poupanças em cada sistema, por cada tipo de energia. Por fim, são apresentadas as acções que levaram às enunciadas potenciais poupanças energéticas.

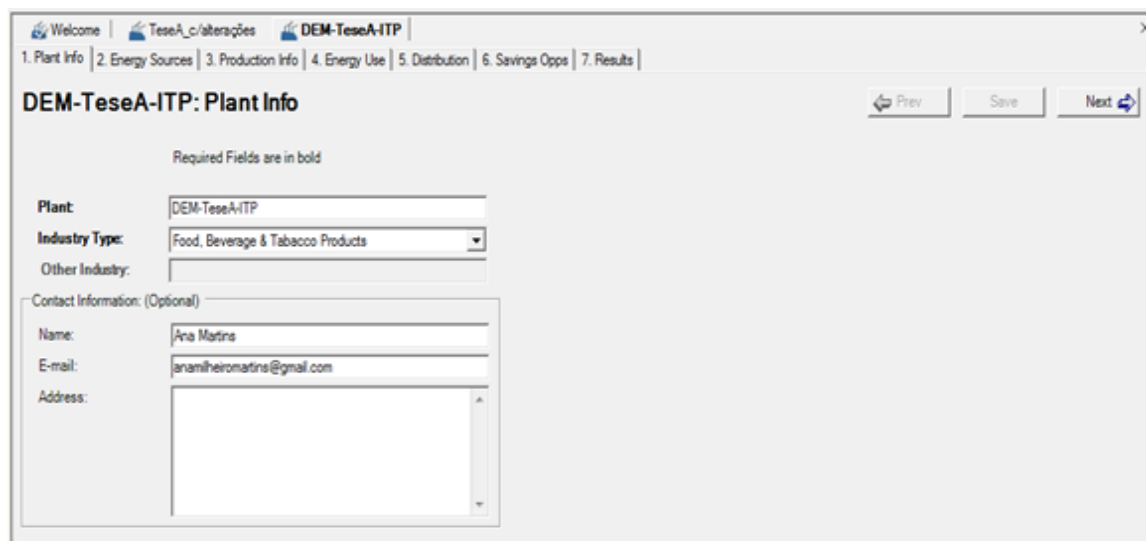


Figura 2.7. Interface inicial do programa de apoio à gestão de energia Industrial Technologies Program - Integrated Tool Suite (Fonte: AMO, 2011).

Este também será um dos programas a testar, com dados que representem a realidade nacional.

2.2.14. Energy Lens

O programa Energy Lens (BizEE, 2008) foi criado pela empresa BizEE com o objectivo de ser desenvolvida uma ferramenta de apoio à gestão de energia a instalações industriais e a instalações administrativas.

O Energy Lens cumpre o objectivo de análise de dados com recurso ao Microsoft Office Excel, ilustrando os consumos diários, mensais e anuais registados em forma de potência ou energia. Assim, permite ao gestor tomar conhecimento de qual o período do dia em que a instalação consome mais energia. Assim, potencialmente, o programa poderá emitir um alerta de elevado consumo, ou baixo consumo, podendo corresponder a uma anomalia num sistema. No entanto, num dia normal de funcionamento, em que estão diversos equipamentos a laborar, não se consegue saber qual o equipamento que consome mais energia.

Apesar desta evidência, poderá introduzir-se os consumos de cada equipamento e avaliá-los individualmente, podendo assim interpretar a performance de cada sistema.

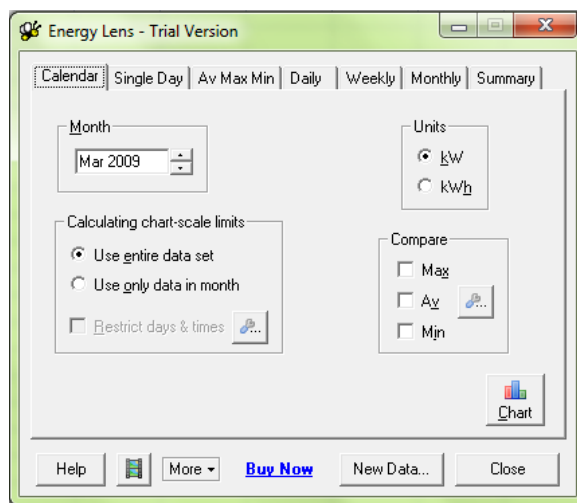


Figura 2.8. Interface do programa de apoio à gestão de energia Energy Lens (Fonte: BizEE, 2008).

Desta análise primária, conclui-se que este é apenas um programa base, não apresenta soluções e assim torna-se insuficiente para cumprir os objectivos propostos.

2.3. Ferramentas de Apoio Seleccionadas

Em suma, após a identificação destas catorze potenciais ferramentas de apoio, apenas duas fazem parte de uma análise mais aprofundada, com respectiva aplicação de dois casos práticos.

Isto deve-se ao facto de grande parte das ferramentas não estarem disponíveis gratuitamente ou por não se destinarem a instalações industriais. Deste modo, as ferramentas de apoio que se analisam são o programa Plant Energy Profiler v1.0 e o programa Industrial Technologies Program, ambos desenvolvidos pela organização AMO do Departamento de Energia dos Estados Unidos da América.

3. APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE APOIO

3.1. Caso Prático: Empresa A

O primeiro caso prático em estudo refere-se a uma auditoria energética realizada à empresa A em Setembro de 2007, tendo como período de referência o ano de 2006.

A empresa A é caracterizada como sendo uma empresa transformadora de carnes, em que o seu resultado final se divide em três diferentes unidades de produção, as carnes frescas, os enchidos e ensacados e o grupo dos fumados ou cozidos. Dado que a empresa tem esta diversidade de produtos finais, implica que o processo produtivo seja separado por diferentes etapas. Estas etapas são: a recepção das mercadorias e matérias-primas, a recepção de animais e transformação, o processo de desmanche de suínos, o processo de fabrico de preparados de carne, o processo de fabrico de cozidos e fumados, o processo de fabrico de cozidos e por fim o processo de embalagem dos produtos confeccionados. Todas estas fases implicam grandes consumos de energia, adicionalmente existe ainda a frota de transportes que distribuí o produto ao consumidor.

De acordo com os dados referenciados no relatório da auditoria, esta empresa consome energia eléctrica, gás natural, gasóleo e lenha, num valor total de 37 030,6 GJ, correspondendo à produção de 11 403,45 toneladas de carne transformada.

Após uma breve descrição da empresa, que neste trabalho se pretende que seja representativa deste sector e segundo a realidade nacional, é necessário aplicar os conhecimentos às ferramentas de apoio seleccionadas.

3.1.1. Plant Energy Profiler


Uma vez que o objectivo deste programa de apoio à gestão de energia é reconhecer possíveis economias diagnosticadas ao fim da realização das sugeridas recomendações, é pertinente preencher adequadamente todos os campos que o programa propõe. De seguida apresentam-se um conjunto de passos de entradas de informação, que o

programa de apoio à gestão de energia necessita para poder construir adequadamente os resultados.

No primeiro passo, designado por “Informação do Caso”, são colocadas questões informativas e de referência do tipo de indústria que se irá tratar, tal como apresenta a Figura 3.1. Para que o caso de estudo a construir fique sempre gravado, é muito importante que o autor refira o nome deste. Neste caso de estudo optou-se pelo nome “DEM-Tese-A”. Contudo, neste primeiro passo existem informações que não alteram qualquer evolução ou resultado do estudo, como é o caso dos campos “Nome da indústria”, “Estado/Região”, “País”, “Nome do contacto” e o “*Email* de contacto”. No entanto, o campo que sugere a selecção do tipo de indústria induz alterações futuras, qualquer que seja a indústria que se escolha. Consoante a indústria em causa, a base de dados do programa permitirá apontar uma distribuição de consumos padrão de energia, para o passo 6.

Os sectores industriais que o programa contém são: indústria de alumínio e alumina, indústria de cimento, indústria de produtos químicos, indústria de computadores e aplicações electrónicas, indústria de alimentos, bebidas e produtos de tabaco, indústria de fundições, indústria de vidro e de produtos de vidro, indústria de maquinaria pesada, indústria siderúrgica, indústria de “outros sectores”, indústria de petróleo refinado, indústria de produtos de plástico e borracha, indústria de têxteis, vestuário e artigos em couro, indústria de equipamentos de transporte e por fim indústria de produtos de lenha, celulose e papel.


Uma vez que esta empresa é uma indústria de transformação de carnes, a opção seleccionada para o tipo de indústria foi “Alimentos, Bebida e Produtos de Tabaco”.

Sempre que a organização AMO, considere pertinente alguma nota de esclarecimento sobre algum *input*, no programa surge uma indicação () de que existe um comentário.

Step 1 - Case Information

1 2 3 4 5 6 7 8


Enter a name for your case and a name for the plant or facility. Then enter the basic information about the facility. If you do not see your industry in the drop down list please select Other and enter your industry. Please note that if you select Other, then the energy and cost savings will be calculated using generic nationwide defaults. Click on the tool tip icon next to the industry entry to view definitions for all industries.

Case Name  DEM-Tese-A

Plant Name Empresa A

State/Region Alabama

County Autauga County

Industry  Food, Beverage & Tobacco

Contact Name Ana Martins

Contact Email anamilheiomartins@gmail.com

Save to File Save & Continue

Figura 3.1. Interface do passo 1 do programa de apoio à gestão de energia PEP, da empresa A (Fonte: AMO, 2011).

No segundo passo (Sistemas de Energia), o utilizador selecciona os sectores/equipamentos que existem na sua indústria. No caso da empresa A (Figura 3.2), são seleccionados seis sectores/equipamentos, nomeadamente, os equipamentos de ar comprimido, o sector das instalações industriais (iluminação, HVAC, e instalações de apoio), os equipamentos de processo de refrigeração, o sector de manipulação de materiais, o sector de processamento de materiais e os equipamentos de produção de vapor.

Step 2 - Energy Use Systems

1 2 3 4 5 6 7 8

Select all of the energy use systems that are in use at your plant. It is important that you understand the definitions that ePEP uses for each energy use system. For definitions of each energy use system, click on the tool tip next to the system name.

***This step cannot be skipped as it is imperative to the functionality of ePEP.**

Case Name: DEM-Tese-A Case Status: Offline 

Combined heat and power (cogeneration) 	<input type="checkbox"/>
Compressed Air 	<input checked="" type="checkbox"/>
Electrochemical processes 	<input type="checkbox"/>
Fans and Blowers 	<input type="checkbox"/>
Industrial Facilities (Lighting, HVAC, and Facility Support) 	<input checked="" type="checkbox"/>
Materials handling 	<input checked="" type="checkbox"/>
Materials processing 	<input checked="" type="checkbox"/>
Process cooling and refrigeration 	<input checked="" type="checkbox"/>
Process heating 	<input type="checkbox"/>
Pumps 	<input type="checkbox"/>
Steam Generation Equipment 	<input checked="" type="checkbox"/>

Figura 3.2. Interface do passo 2 do programa de apoio à gestão de energia PEP, da empresa A (Fonte: AMO, 2011).

A Tabela 3.1 associa os sectores/equipamentos seleccionados no programa com a respectiva abrangência nos sectores da indústria.

Tabela 3.1. Associação dos sectores/equipamentos seleccionados no programa com os sectores da empresa A.

Sectores/Equipamentos do Programa	Sectores/Equipamentos da Indústria
Ar Comprimido	Ar Comprimido
Processamento de Materiais	Processo Produtivo (Matadouro, Desmancha, Salas de Fabrico, Estufas de fiambre e Fumeiros) Lavagem de Cestos Equipamentos de Manutenção
Equipamentos de Produção de Vapor	Central Térmica e Bombagem de Água
Instalações Industriais	Expedição e Serviços Administrativos
Refrigeração	Produção e Distribuição de Frio
Manipulação de Materiais	Oficina e Estação de Serviço Transportes Frigoríficos e Comerciais

O terceiro passo deste programa de apoio à gestão de energia apresenta grupos de questões destinadas aos sectores/equipamentos, referentes à sua configuração, aos seus parâmetros operacionais e aos métodos de manutenção utilizados. Nem todos os sectores/equipamentos seleccionados têm anexado o correspondente conjunto de questões, uma vez que a organização AMO defende-se dizendo que ainda não conseguiu construir perguntas para todos os sistemas. Neste caso de estudo, são feitas questões aos equipamentos de ar comprimido, aos equipamentos de processos de refrigeração e aos equipamentos de produção de vapor.

Ainda assim, existe um grupo de questões que se destinam à gestão geral de energia que surge sempre na primeira posição, qualquer que sejam os sectores/equipamentos seleccionados. Em anexo encontra-se a redacção dos grupos de questões e respectivas respostas correspondentes aos sectores/equipamentos que são assinalados na Figura 3.3 (ANEXO A).

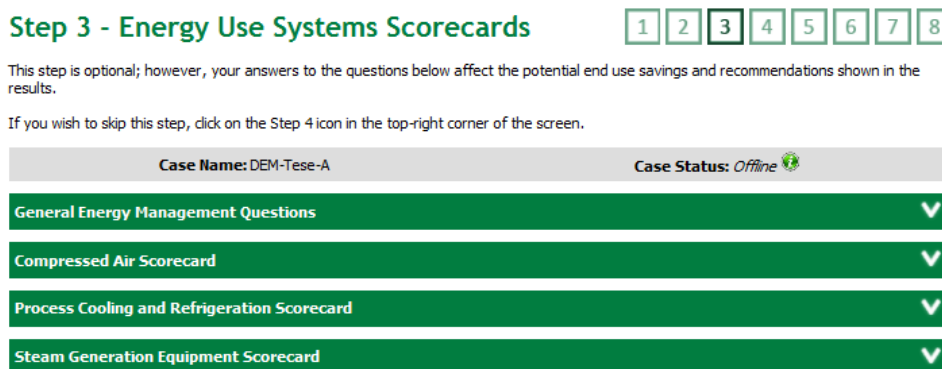


Figura 3.3. Interface do passo 3 do programa de apoio à gestão de energia PEP, da empresa A (Fonte: AMO, 2011).

O quarto passo prende-se com informações relativas à produção. O programa PEP questiona o tipo de produtos produzidos na empresa, qual a quantidade produzida, e qual a unidade em que essa quantidade vem expressa e a que duração temporal a que se refere, bem como o consumo específico de energia por parte de cada sector de produção. Para todas estas informações, os valores vêm indicados na respectiva auditoria realizada à empresa A. Sendo que a produção média de carne fresca é de 8 083,28 t, para os cozidos e fumados a produção é de 3 168,45 t e por fim para os enchidos e embalados o valor é de 151,71 t.

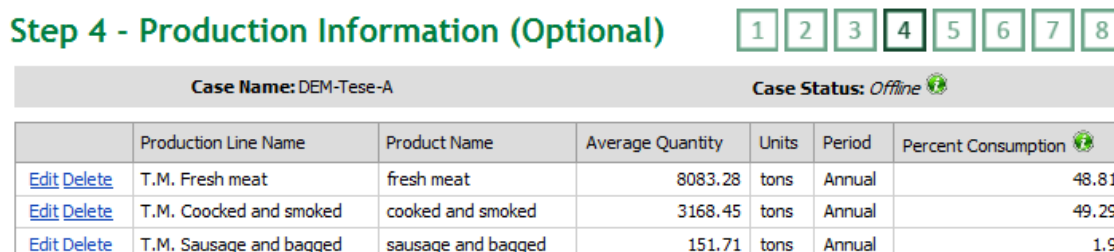


Figura 3.4. Interface do passo 4 do programa de apoio à gestão de energia PEP, da empresa A (Fonte: AMO, 2011).

Como passo seguinte, surgem as informações representativas dos consumos energéticos na empresa. Este é um dos passos que mais influência tem nos resultados, pois é a partir destas informações que serão calculadas todas as possíveis economias.

Segundo o relatório da auditoria, a empresa A tem quatro tipos de *inputs* energéticos, a electricidade, a lenha, o gás natural e o gasóleo. Quanto aos destinos destes consumos, verifica-se que a totalidade do consumo de gasóleo está relacionada com o transporte final dos produtos, o gás natural destina-se essencialmente às caldeiras, o consumo de lenha relaciona-se com a preparação dos cozidos e fumados nos fumeiros e,

por fim, a energia eléctrica é utilizada em todas as fases do processo produtivo, no acionamento dos motores das máquinas e na iluminação dos espaços.

O programa PEP sugere que seja criado um código de identificação para cada tipo de energia, de modo a facilitar a sua identificação nos passos seguintes. Para tal, foi definida a nomenclatura “A1” para o consumo de electricidade, “A2” para a lenha, “A3” para o gás natural e por fim “A4” para o gasóleo. Para cada consumo é necessário referir a escala temporal a que o utilizador se refere, bem como as unidades de energia. Assim, conforme as informações prestadas pela auditoria, para cada *input* energético, poder-se-á introduzir o valor do seu consumo anual em GJ, o respectivo custo e o seu factor de conversão para energia primária. Quanto a este último indicador, se a energia consumida já for uma energia primária o seu factor de conversão será 1, como é o caso da lenha e do gás natural. No caso da energia eléctrica, com base no Decreto-Lei nº122/2008 de 26 de Junho, 1 kWh corresponde a 215×10^{-6} tep. Assim, o objectivo é calcular quantos kWh de energia primária são necessários para originar 1 kWh de energia eléctrica secundária. Sabendo que 1 tep (tonelada equivalente de petróleo) equivale a 41 870 MJ e que 1 kWh são 3,6 MJ, logo são necessários 2,5 kWh de energia primária, equivalente ao factor de conversão.

No caso de o *input* se tratar de um combustível, como é o caso da lenha, do gás natural e do gasóleo, é pertinente introduzir-se os valores do poder calorífico inferior (PCI). Na auditoria, que serve de base de estudo a esta empresa, vêm descritos os valores dos PCI considerados a cada combustível (Tabela 3.2), apenas foi necessária a sua conversão para as unidades Btu/lb, no caso da lenha e do gasóleo, e para Btu/scf no gás natural. Em anexo encontram-se os respectivos factores de conversão das unidades utilizadas (ANEXO B).

Tabela 3.2. Conversão de unidades dos valores de PCI dos combustíveis, da empresa A.

Combustível	PCI			
	GJ/kg	GJ/m ³	Btu/lb	Btu/scf
Lenha	0,0159		6 875,98	
Gás Natural		0,0379		1 017,34
Gasóleo	0,0438		18 870,18	

Sempre que seleccionado um tipo de combustível, automaticamente é sugerido pelo programa de apoio à gestão de energia um valor de PCI. Os valores de PCI

aconselhados pelo programa aproximam-se consideravelmente dos valores apontados pelo relatório da auditoria. Contudo, uma vez que se tratava da análise de um caso de estudo, a preferência foi introduzir o valor real da auditoria.

No caso do *input* da lenha é fundamental referir, que o programa apresentava vários tipos de lenha com diferentes percentagens de humidade associadas. De acordo com o caso em estudo, o tipo de lenha usado continha 20 % de humidade. Tratava-se de uma lenha não completamente seca, mas que também não continha muita humidade de forma a que a sua queima fosse rápida e com percentagens óptimas de calor libertadas.

Neste passo, surge ainda um valor importante, calculado pelo programa após introduzidos todos os valores de consumos e custos. O valor refere o custo unitário de cada tipo de energia, em Dólar por GJ.

Para todos os *inputs* de energia foi utilizada a unidade do sistema internacional, GJ, para ser mais fácil e directa a análise comparativa de consumos. Pois o relatório da auditoria energética da empresa A, também utiliza para todos os consumos energéticos a unidade GJ.

Step 5 - Supplied Energy

Case Name: DEM-Tese-A Case Status: Offline

	Meter ID	Energy Type	Use Per Period	Units	Period	Cost Per Period	Unit Cost	Source Energy Factor	
Edit Delete	A1	Electricity	9,314.30	GJ	Annual	\$ 245,837.00	26.39	2.50	
Edit Delete	A2	Fuel	2,781.10	GJ	Annual	\$ 19,547.00	7.03	1.00	Fuel Type Wood (20% moisture) Heating Value 6,875.98 Btu/Lb
Edit Delete	A3	Fuel	12,985.80	GJ	Annual	\$ 184,367.00	14.20	1.00	Fuel Type Natural gas Heating Value 1,017.34 Btu/SCF
Edit Delete	A4	Fuel	11,949.40	GJ	Annual	\$ 349,643.00	29.26	1.01	Fuel Type #1 Fuel Oil Heating Value 18,870.18 Btu/Lb

Figura 3.5. Interface do passo 5 do programa de apoio à gestão de energia PEP, da empresa A (Fonte: AMO, 2011).

Um aspecto de extrema importância prende-se com as unidades, uma vez que este programa foi desenvolvido para que numa primeira fase seja aplicado ao público americano, todas as unidades surgem de acordo com o sistema inglês de unidades. Como é o caso do Dólar, que é unidade monetária em vigor na América, e os dados fornecidos pelas auditorias apresentam valores em Euros. Desta forma, na presente data de pesquisa de informação, o factor de conversão de Euro para Dólar apresentava-se tendo em consideração que 1 Euro corresponde a 1,31721 Dólares (Convertworld, 2012).

O sexto passo diz respeito às distribuições de consumos energéticos pelos sectores/equipamentos referenciados.

Nesta fase, o programa sugere uma distribuição padrão de consumos para os diferentes tipos de indústrias. Estas distribuições surgem de uma base de dados dos Estados Unidos da América, especificamente da Agência EIA (*Energy Information Administration - Official Energy Statistics from the U.S. Government*). Contudo, a distribuição indicada não estava adaptada à realidade da empresa A. Assim, com recurso à auditoria, obtiveram-se as percentagens de consumos de cada *input* energético (Tabela 3.3).

Tabela 3.3. Distribuição de consumos energéticos para cada sector/equipamentos, em GJ e em %, da empresa A.

Sectores/Equipamentos	Energia Eléctrica (A1)		Lenha (A2)		Gás natural (A3)		Gasóleo (A4)	
	GJ	%	GJ	%	GJ	%	GJ	%
Ar Comprimido	496,1	5,3	0	0	0	0	0	0
Processamento de Materiais	3 948	42,4	2 781,1	100	12 985,9	100	0	0
Equipamentos de produção de vapor	448,4	4,8	0	0	0	0	0	0
Instalações Industriais	31	0,3	0	0	0	0	0	0
Refrigeração	4 360,9	46,8	0	0	0	0	0	0
Manipulação de Materiais	29,9	0,3	0	0	0	0	11 949,4	100
Total	9 314,3	100	2 781,1	100	12 985,9	100	11 949,4	100

Desta forma, o utilizador poderá distribuir os consumos alterando as percentagens em cada sector e/ou conjunto de equipamentos (Figura 3.6).

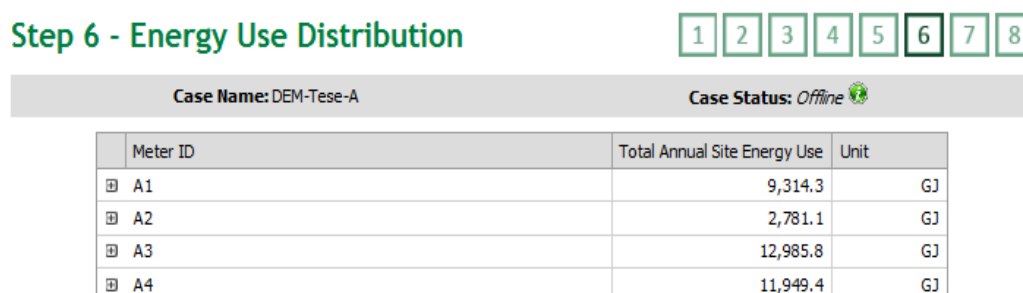


Figura 3.6. Interface do passo 6 do programa de apoio à gestão de energia PEP, da empresa A (Fonte: AMO, 2011).

No último passo de introdução de dados (Oportunidades de Poupanças Energéticas), o programa de apoio à gestão de energia sugere ao utilizador que classifique

em que fase se encontra o plano de gestão dos sectores/equipamentos, aos quais o programa não colocou questões no passo 3 (pág. 26). De forma a caracterizar as possíveis oportunidades de poupança de cada um dos sectores/equipamentos. Esta classificação é estruturada da seguinte forma:

- Alto: Nenhum sistema de avaliação concluído / Não sei;
- Médio: Sistema de avaliação concluído, mas pouca ou nenhuma implementação está concluída;
- Baixo: Avaliação do sistema concluído e implementação substancial concluída.

No caso da empresa A, o sector das instalações industriais é caracterizado com um nível alto, os sectores de manuseamento de material e de processamento com um nível médio (Figura 3.7). A classificação destes sectores foi atribuída com base no conhecimento da empresa.

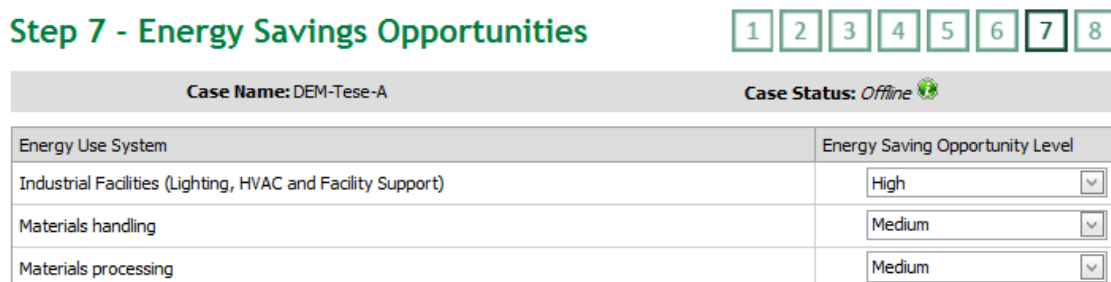


Figura 3.7. Interface do passo 7 do programa de apoio à gestão de energia PEP, da empresa A (Fonte: AMO, 2011).

Após a introdução de todos os *inputs* necessários ao funcionamento do programa de apoio à gestão de energia, o oitavo passo identifica os resultados.

Neste programa os resultados são apresentados por diferentes conjuntos de indicadores. Estes são agregados nos seguintes secções de resultados:

- Sumário da energia consumida anualmente;
- Consumo de energia na produção;
- Potenciais poupanças anuais de energia;
- Potenciais poupanças anuais de emissões de CO₂;
- Sugestões de futuras acções.

Tal como é referenciado na Figura 3.8, a primeira secção de resultados resume o consumo energético de electricidade e dos restantes recursos energéticos (Gasóleo, Gás

Natural e Lenha), apresentando também o respectivo custo dessa energia e a quantidade de energia primária utilizada.

Os valores introduzidos inicialmente no programa de apoio à gestão de energia, que quantificam a energia, apresentam a unidade GJ. Contudo, nos resultados a unidade de energia é apresentada em MMBtu. Existe assim, uma conversão de unidades quando o programa apresenta os resultados da utilização de energia. De acordo com a pesquisa realizada, o programa baseia-se na seguinte conversão: 1 GJ equivale a $947\,816,99 \times 10^{-6}$ MMBtu (EIA (a), 2010).

Na realidade nacional e de acordo com as regras da União Europeia as unidades que quantificam a energia secundária deveriam surgir em Giga Joules e a energia primária em tep.

Neste quadro (Figura 3.8), apenas surgem duas entradas de energia, devendo-se ao facto de o programa agrupar a lenha, o gás natural e o gasóleo como sendo combustíveis e a outra entrada de energia destinar-se à electricidade.

Relativamente à informação da energia primária utilizada para cada *input* energético, esta advém do cálculo da multiplicação da energia total consumida pelo respectivo factor de conversão para energia primária (introduzido no passo 5). Como todos os combustíveis têm um factor de conversão de 1 unidade, a energia primária necessária é igual à energia secundária consumida. Para a energia eléctrica observa-se que por cada MMBtu de energia consumida é necessária uma proporção de 2,5 MMBtu de energia primária.

De uma forma geral, nesta empresa a maior taxa de consumo energético pertence aos combustíveis.

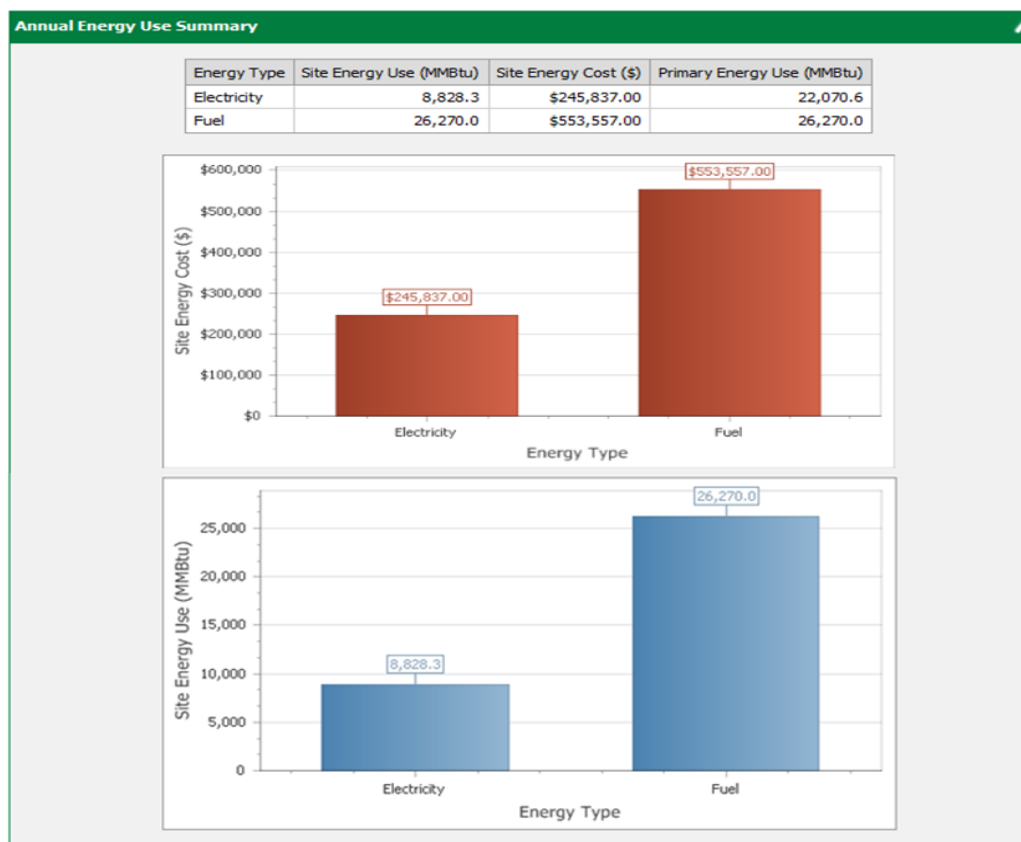


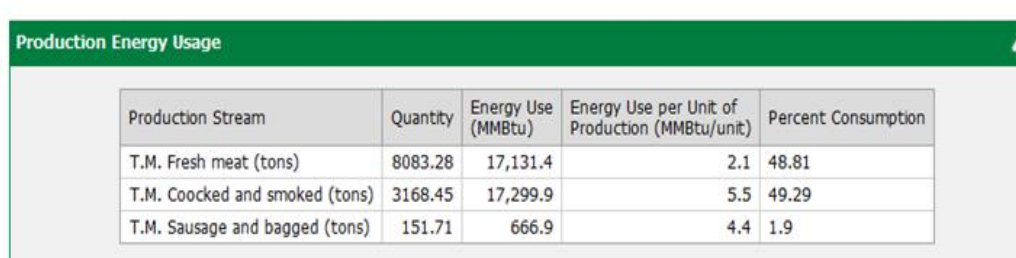
Figura 3.8. Interface dos resultados do programa de apoio à gestão de energia PEP, da empresa A. Sumário do consumo de energia anual (Fonte: AMO, 2011).

Numa segunda secção de resultados surge a interpretação das informações introduzidas no passo 4 (Figura 3.9).

A energia consumida na produção de cada produto, expressa em MMBtu, é obtida pela multiplicação das quantidades de cada produção pelo respectivo consumo específico de energia.

Como dado complementar a esta informação surge a energia consumida por unidade de produção. Através deste valor observa-se que a produção de carne cozinhada e fumada é a que necessita de maiores quantidades de energia, o que se justifica pelo facto deste tipo de produto necessitar de passar por vários processos térmicos, como o cozimento, a fumagem e a estabilização, que implicam grandes consumos energéticos. O mesmo se verifica com o fabrico de enchidos, que tanto passam por processos térmicos com elevados consumos energéticos, como também por processos físicos rigorosos. Em oposição, existe a análise à energia consumida por unidade de carne fresca transformada, que não requerem tantas necessidades energéticas, uma vez que para este produto o seu

processo de fabrico é elementar, pois a carne apenas passa por processos físicos de corte, prensagem, picagem e enchimento.



Production Stream	Quantity	Energy Use (MMBtu)	Energy Use per Unit of Production (MMBtu/unit)	Percent Consumption
T.M. Fresh meat (tons)	8083.28	17,131.4	2.1	48.81
T.M. Cooked and smoked (tons)	3168.45	17,299.9	5.5	49.29
T.M. Sausage and bagged (tons)	151.71	666.9	4.4	1.9

Figura 3.9. Interface dos resultados do programa de apoio à gestão de energia PEP, da empresa A. Consumo de energia na produção (Fonte: AMO, 2011).

A partir desta secção, são apresentados os objectivos fulcrais do desenvolvimento do programa de apoio à gestão de energia, com a apresentação de possíveis poupanças.

De acordo com a Figura 3.10, é importante interpretar-se cada indicador que o quadro oferece. São apresentados indicadores como o consumo energético no sector/equipamento, as potenciais poupanças energéticas em MMBtu, a correspondente poupança percentual, uma pontuação de oportunidades de poupança e a respectiva pontuação normalizada.

O primeiro indicador representa o consumo energético em cada sector e equipamento, face ao consumo total de energia na empresa. Após a confirmação destes valores em cálculos auxiliares, o programa apresenta uma incongruência. Observa-se uma diferença de valores em cada um destes consumos energéticos que são apresentados no quadro da Figura 3.10. Esta diferença foi confirmada em outros casos experimentais e corresponde a um valor constante de 5,22 % entre o valor do programa e o valor calculado (Tabela 3.4). Inicialmente pensou-se que esta diferença constante de valores se devesse ao factor de conversão de unidades utilizado nos cálculos auxiliares. Após a análise dos factores de conversão utilizados pela instituição AMO, verificou-se que o valor sugerido pela organização é igual ao utilizado nos cálculos auxiliares. Desta forma, pensa-se que esta observação seja devida a um erro de cálculo por parte do programa. Contudo, a organização AMO foi contactada e alertada para este facto, porém não respondeu em tempo útil para a realização da presente dissertação.

Tabela 3.4. Diferença de valores do consumo de energia, da empresa A.

Sectores/Equipamentos	Consumo de Energia - Programa de apoio à gestão de energia (MMBtu)	Consumo de Energia - Calculado (MMBtu)	Diferença de Valores (%)
Ar Comprimido	446	470,6	5,22
Instalações Industriais	27,6	29,12	5,22
Manipulação de Materiais	10 761,6	11 354,1	5,22
Processamento de Materiais	17 711,3	18 686,6	5,22
Refrigeração	3 917,7	4 133,4	5,22
Equipamentos de Produção de Vapor	402,5	424,6	5,22
Total	33 266,7	35 098,4	5,22

O segundo indicador apresentado no quadro, é um indicador que pode chamar à atenção do utilizador para os sectores/equipamentos que realmente terão hipótese de serem optimizados, demonstrando possíveis poupanças energéticas. Este indicador é determinado na multiplicação do consumo energético (MMBtu) pela respectiva percentagem de potencial de poupança energética. Esta percentagem corresponde ao terceiro indicador apresentado, indicando uma ponderação da pontuação da oportunidade de poupança.

A pontuação da oportunidade de poupança caracteriza qualitativamente a possibilidade que o sector ou equipamento tem de ser mais rentável economicamente, consumindo menos energia. A qualificação é realizada numa escala de três demonstradores de possíveis poupanças, que têm por base as respostas directas do passo 7 (pág. 30) e as respostas interpretadas do passo 3 (pág. 26). Ou seja, para alguns dos sectores/equipamentos o programa entra directamente com a resposta dada no passo 7, neste campo de resultados. No entanto, para os sistemas em que no passo 3 foram colocadas questões, a resposta às mesmas é traduzida para a linguagem qualitativa de oportunidades de poupança. Assim as escalas de oportunidades classificam-se por, “Alto” que corresponde a uma elevada oportunidade de poupança pois ainda não existe nenhum sistema de avaliação em funcionamento, “Médio” onde poderá ainda haver algumas possibilidades de economia de energia, uma vez que existe pouco, ou até mesmo, nenhum sistema de avaliação nos equipamentos e por fim a qualificação “Baixo” que caracteriza o

sistema por uma baixa oportunidade de redução de consumos, devendo-se ao facto de já estar implementado um sistema de avaliação de gestão dos equipamentos.

Por fim, toda esta qualificação de oportunidades de poupança é normalizada numa pontuação percentual. Tendo em conta a metodologia de normalização desta pontuação, que foi testada de diversas formas, pode-se concluir que a normalização é realizada em função da qualificação “Baixo”. Assim sendo, a relação entre a pontuação qualitativa e quantitativa encontra-se entre os seguintes intervalos percentuais:

- “Alto” de 0 a 35/40 %;
- “Médio” de 36/41 a 60/70 %;
- “Baixo” de 61/71 a 100 %.

A ligação dos *inputs* do programa para os três últimos indicadores não é muito explícita, pois a construção destes denota que o programa contém uma base de dados associada a cada tipo de indústria, ao qual não se tem acesso. Desta forma, não foi possível criar uma metodologia “efeito/causa” para estes indicadores.

Os sectores que consomem mais energia são o sector de processamento de materiais e o de manuseamento de materiais. Este acontecimento deve-se ao facto de nos sectores de processamento ser consumida toda a quantidade de gás natural e lenha e uma elevada percentagem de energia eléctrica. Nos sectores de manuseamento de materiais é devido ao facto de estar a ser consumida a totalidade de gasóleo.

Para estes dois sectores, que consomem uma grande fatia da energia, o programa não menciona nenhuma quantidade energética passível de ser economizada, apontando apenas para uma tendência de oportunidade de poupança de 50%. Querendo isto demonstrar, que apesar de existirem medidas economizadoras de energia para estes sectores, não quer dizer que essas acções se revertam em poupanças energéticas. Podendo significar outros efeitos como por exemplo, alterações de medidas comportamentais dos colaboradores da empresa, ou novo acordo de novas tarifas para a electricidade e novos acordos na facturação do preço do combustível.

Por outro lado, o sector das instalações industriais, que tem associado apenas o consumo de energia eléctrica, é onde se regista menores consumos. O programa apresenta para este sector uma pontuação de elevada oportunidade de poupança, isto é, uma vez que neste sector ainda nada foi realizado em virtude da criação de possíveis medidas de

poupanças de energia e até mesmo na avaliação do sistema de gestão, poderá ainda obter-se uma potencial poupança energética, na ordem dos 15% do total da energia consumida nesse sector.

Com a análise ao gráfico que ilustra a tabela da Figura 3.10, presencia-se a diferença entre a energia consumida e a energia que se poderá poupar. Pode-se observar que os sectores que consomem mais energia correspondem aos que não têm resultados das poupanças energéticas, pois para estes sectores a empresa já poderá conter sistema de avaliação de gestão de consumos, em que os processos já se encontrem otimizados. Ao contrário destes sectores, existem os que consomem menos energia que têm ainda associado a possibilidade de economia energética, que são os equipamentos de ar comprimido, de processos de refrigeração e de produção de vapor e o sector das instalações.

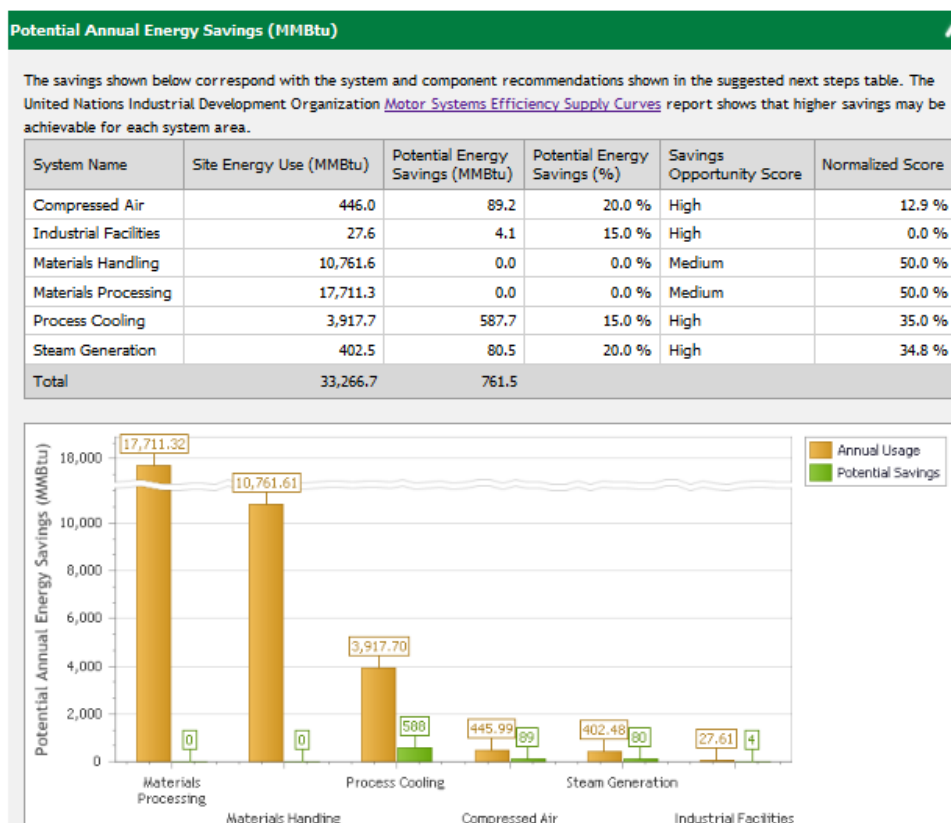


Figura 3.10. Interface dos resultados do programa de apoio à gestão de energia PEP, da empresa A. Potenciais poupanças anuais de energia (Fonte: AMO, 2011).

O programa aborda outro aspecto muito importante, que são as emissões de CO₂ libertadas para a atmosfera, que tanto contribuem para o aquecimento global (Figura 3.11).

Observa-se que a redução do consumo de energia eléctrica pode contribuir numa redução de emissões de CO₂ em aproximadamente 131 564 kg e que as possíveis poupanças nestas emissões associadas ao combustível são de 82 557 kg.

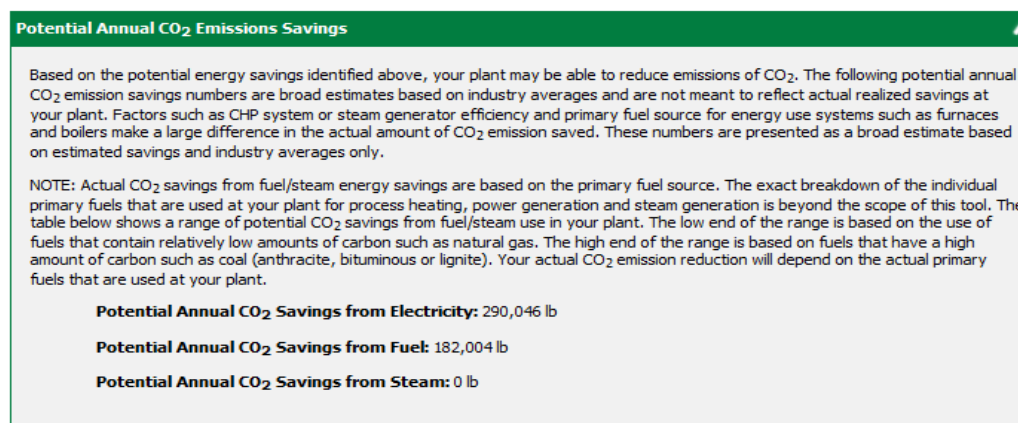


Figura 3.11. Interface dos resultados do programa de apoio à gestão de energia PEP, da empresa A. Potenciais poupanças anuais de emissões de CO₂ (Fonte: AMO, 2011).

Na última secção de resultados são apresentadas várias recomendações que levam aos valores apresentados de poupanças energéticas.

Nem todos os sectores/equipamentos têm diagnosticadas acções mitigadoras de desperdícios e de aumento de rendimento. São nomeadamente os equipamentos de ar comprimido, de processos de refrigeração e de geração de calor. Ou seja, para se poder obter todos os possíveis valores de economias energéticas é necessário implementar determinadas medidas que originem esses decréscimos de consumo.

Para os equipamentos de ar comprimido as recomendações são:

- Eliminar utilizações inapropriadas de ar comprimido *;
- Implementar um programa de gestão de fugas de ar *;
- Utilizar a ferramenta de programa DOE AirMaster+ (programa para contabilizar os consumos de energia a analisar oportunidades de poupança) e outros recursos para identificar e quantificar oportunidades de poupança de energia;
- Realizar uma avaliação detalhada (com o programa DOE AirMaster+) ao sistema de ar comprimido, no local.

Os equipamentos de processo de refrigeração têm associado algumas acções maximizantes de poupanças energéticas:

-
- Avaliação do consumo dos variadores de velocidade das bombas de água refrigerada e ventiladores de torres de arrefecimento;
 - Certificar se a carga do fluido refrigerante é apropriada e eliminar as cargas não consideráveis do sistema;
 - Implementar a redefinição da temperatura da água refrigerada e a temperatura de água condensada;
 - Realizar uma avaliação detalhada ao sistema dos processos de arrefecimento e refrigeração, no local *.

Por fim, as recomendações dirigidas aos equipamentos de produção de vapor são:

- Implementar acções de boas práticas baseadas no programa de manutenção de purgador de vapor;
- Melhorar o isolamento térmico de todo o sistema de vapor *;
- Melhorar a recuperação de condensados;
- Implementar acções de boas práticas baseadas no programa de gestão de fugas;
- Melhorar a eficiência da caldeira com uma gestão apropriada da descarga;
- Melhorar a eficiência da caldeira pelo controlo apropriado do ar / combustível. Utilizar a ferramenta de programa "Boiler Tune-up" (programa para fornecer uma estimativa muito geral de potenciais economias de energia e de recuperação simples) para quantificar as oportunidades de poupança;
- Utilizar o programa de boas práticas DOE Steam (consiste em três ferramentas isoladas do programa *online* utilizadas para analisar o uso de energia e as oportunidades de poupança em sistemas de vapor industrial) para identificar e quantificar as oportunidades de poupança de energia.

As recomendações descritas no programa reportam-se a sugestões práticas mais amplas, essencialmente com aplicação de outros programas de apoio à gestão de energia, e não se dirigem especificamente ao ideal manuseamento ou processamento de cada equipamento, como acontece no caso das recomendações sugeridas na auditoria. No

entanto, existem recomendações que são comuns às mencionadas na auditoria energética realizada à empresa A, são nomeadamente as sugestões assinaladas anteriormente com (*).

O utilizador pode adoptar ou não por implementar as acções recomendadas, devendo sempre contabilizar se o custo dos investimentos das medidas economizadoras compensam a curto/médio prazo com a retribuição do decréscimo nos consumos energéticos, revertendo-se em menores encargos financeiros.

3.1.2. Integrated Technologies Program

De modo semelhante ao programa PEP, o ITP apresenta um contínuo número de passos em que são sugeridos os mesmos aspectos que no referido PEP.

Este programa de apoio à gestão de energia apresenta um conjunto de sete passos, sendo que os seis primeiros correspondem a *inputs* e o último corresponde aos *outputs* que o programa dispõe.

A versão que à data da pesquisa estava disponibilizada era uma versão com algumas lacunas de funcionamento. Por exemplo, o programa de apoio à gestão de energia não permite gravar ao fechar o programa. Para além de não deixar alterar qualquer valor por ele sugerido, como também de não aceitar casas decimais. O programa a partir do mês de Abril deixou de estar disponível *online* na página do Departamento de Energia dos Estados Unidos da América. Depreendendo-se que a organização ficou alerta dos muitos erros que o programa contém.

No primeiro passo é feita uma breve descrição da empresa em estudo, com alusão às principais notas informativas, como o “Nome da indústria”, o “Tipo de indústria” e “Informação para contactos”.

Neste programa, a lista de opções existente para os tipos de indústria engloba os seguintes sectores indústrias: indústria de agricultura, floresta e pesca, indústria de alumínio e alumina, indústria de produtos de plástico e borracha, indústria de metais primários, indústria de impressões e publicidade, indústria de têxteis, vestuário e artigos em couro, indústria de equipamentos de transporte, indústria de produtos de lenha, celulose e papel, indústria de cimento, indústria de produtos químicos, indústria de computadores e aplicações electrónicas, indústria de produtos fabricados em metal, indústria de alimentos, bebidas e produtos de tabaco, indústria de fundições, indústria de vidro e de produtos de

vidro, indústria de maquinaria pesada, indústria siderúrgica, indústria mineira, indústria de gás e crude, indústria de “outros sectores” e por fim a indústria de petróleo refinado.

Uma vez que ainda se está a abordar o caso de estudo da empresa A, o tipo de indústria seleccionado é “Alimentos, bebidas e produtos de tabaco”.

The screenshot shows a web-based form titled "TeseA_c/alterações: Plant Info". At the top, there is a navigation bar with seven tabs: "1. Plant Info", "2. Energy Sources", "3. Production Info", "4. Energy Use", "5. Distribution", "6. Savings Opps", and "7. Results". Below the navigation bar, the form has a sub-header "TeseA_c/alterações: Plant Info" and a note "Required Fields are in bold". The form contains the following fields: "Plant:" with a text input containing "TeseA_c/alterações"; "Industry Type:" with a dropdown menu showing "Food, Beverage & Tobacco Products"; "Other Industry:" with an empty text input; "Contact Information: (Optional)" section containing "Name:" with "Ana Martins", "E-mail:" with an empty input, and "Address:" with a large empty text area.

Figura 3.12. Interface do passo 2 do programa de apoio à gestão de energia ITP, da empresa A (Fonte: AMO, 2011).

O segundo passo reporta-se ao registo dos consumos energéticos. Neste programa é necessário introduzir todos os consumos mensais, assim como o custo de cada *input* energético. O programa dispõe do tipo de energia que queremos introduzir e o apontamento de esta ser produzida no local de consumo ou ser comprada. Para esta empresa, foram introduzidos quatro *inputs*, um de electricidade comprada à rede de distribuição e três de combustíveis adquiridos a fornecedores.

A Figura 3.13 representa a interface do programa onde o utilizador introduz os valores dos consumos energéticos mensais, assim como a unidade representativa desses mesmos consumos, os custos e também, se for o caso de um combustível, o poder calorífico inferior. A opção seleccionada para a escala temporal está de acordo com os dados da auditoria, a base anual. No entanto, independentemente da escolha ser semestral, anual ou mensal, a *interface* de entradas de consumos surge sempre discriminada pelos doze meses do ano.

Neste caso, as unidades dos valores introduzidos para os consumos são: kWh para a electricidade, kg para o gasóleo e para a lenha e m³ para o gás natural.

Use the worksheet below to enter detailed monthly fuel bill information for the selected fuel stream. Enter as much information as you have. ITP Tools Suite will automatically figure out the annual averages.

It is important to understand how this worksheet works. This worksheet assumes that fuel is purchased on a monthly basis. If you enter 3 months worth of data, ITP Tools Suite will simply multiply the totals by 4 to calculate the annual averages. If you do not purchase fuel on a monthly basis, you should not use this worksheet. If you purchase fuel on an irregular basis you should return back to the main fuel screen and calculate your averages manually.

Energy Stream
 Name for this Stream: Fuel Type:
 Units for this Stream: Fuel Heating Value
 Item is Generated: On-Site Off-Site Use Default Value: 1032 Btu / SCF
 Use Custom: Btu / SCF

Quarter: 1			Quarter: 2		
Month	Quantity	Total Cost (\$)	Month	Quantity	Total Cost (\$)
1	31630	16644	4	24940	13291
2	28150	15078	5	29130	15322
3	32980	17717	6	27060	14227

Quarter: 3			Quarter: 4		
Month	Quantity	Total Cost (\$)	Month	Quantity	Total Cost (\$)
7	24870	13238	10	29550	16186
8	26550	14334	11	30850	17180
9	28350	15240	12	28510	15910

Calculated Average = 342.570 M3 and \$ 184.367.000 per year.

Figura 3.13. Interface do *input* gás natural no programa de apoio à gestão de energia ITP, da empresa A (Fonte: AMO, 2011).

Quanto ao poder calorífico inferior dos combustíveis, os valores introduzidos foram os anunciados na Tabela 3.2.

A Figura 3.14 indica que após inseridos todos os consumos energéticos da empresa A, o programa aciona a lista dos consumos com alguns indicadores de resumo. O primeiro indicador a ser apresentado é a quantidade anual de energia consumida na correspondente unidade em que se inseriram os valores mensais, seguindo-se o custo anual do consumo, o custo por unidade de consumo, uniformizado de seguida para as unidades de Dólar por MMBtu e por último a indicação se a energia foi produzida no local.

Stream Type	Stream Name	Annual Quantity	Annual Cost	Unit Cost	Cost / MMBtu	OnSite
Electricity	Electricidade	2.587.293 kWh	\$ 245.872	\$ 0,09503/kWh	\$ 27,85	N
Fuel	Gasóleo	273.130 Kg	\$ 349.642	\$ 1,280/Kg	\$ 4,226	N
Fuel	Gás natural	342.570 M3	\$ 184.367	\$ 0,5382/M3	\$ 14,77	N
Fuel	Lenha	174.585 Kg	\$ 19.557	\$ 0,1120/Kg	\$ 7,390	N

Figura 3.14. Interface final do passo 2 do programa de apoio à gestão de energia ITP, da empresa A (Fonte: AMO, 2011).

No terceiro passo, surge o campo dedicado à produção. Neste sector existem duas opções que o utilizador poderá seleccionar, uma que diz respeito à produção de apenas um tipo de produto e outra que se destina a indústrias que produzam vários tipos de produtos. A segunda opção seria a preferência deste caso de estudo, pois a empresa A produz três tipos diferentes de produtos. Devido aos erros de funcionamento do programa, este não permite abrir a folha de cálculo que se destina à introdução dos diferentes produtos.

De forma a ultrapassar este erro, assume-se a produção da empresa A como tendo apenas um produto final, somando-se todas as quantidades produzidas (Figura 3.15). Seleccionando, o sector do programa destinado à produção de apenas um produto, o programa sugere a introdução do nome da produção, do valor absoluto da quantidade média produzida, tendo a empresa A um valor de 11 403,45 t. Introduzindo-se de seguida as unidades da produção média, e por último a selecção do período temporal a que essa média se refere, sendo neste caso, um período anual. Contudo, uma vez que o programa tem uma incompatibilidade com as casas decimais, o valor introduzido de consumo total foi de 11 403 toneladas.

1. Plant Info | 2. Energy Sources | 3. Production Info | 4. Energy Use | 5. Distribution | 6. Savings Opps | 7. Results

DEM-TeseA-ITP: Production Information Prev Save Next

Single Unit of Production | Multiple Units of Production

Physical Units of Production - If your plant measures its production by one physical unit (Tons, Widgets...), use the form below.

HOWEVER, if you want to track energy use and/or energy intensity (energy use per unit of Production) within your plant, for one or more units of production, please skip to the Multiple Units of Production tab to use the Base Line Spreadsheet to calculate your change in energy intensity on an annual basis.

Use this screen to enter production information for your plant. This information will be used to calculate energy intensity and energy savings on a per unit of production basis.

Product Name: Transformation meat

Average Quantity: 11403.00

Units: tons

Period: Annually

Figura 3.15. Interface do passo 3 do programa de apoio à gestão de energia ITP, da empresa A (Fonte: AMO, 2011).

Tal como foi no referido na secção 3.1.1 da presente dissertação, relativamente aos sectores/equipamentos em utilização, os sistemas escolhidos são os mesmos.



Figura 3.16. Interface do passo 4 do programa de apoio à gestão de energia ITP, da empresa A (Fonte: AMO, 2011).

Após introduzidos parte dos *inputs* da empresa A, é importante redistribuir os consumos energéticos por sectores/equipamentos. Tal como foi realizado para o programa PEP, o passo 5 menciona os consumos energéticos discriminados por sectores/equipamentos. Contudo este programa reúne os tipos de energia consumidas em apenas dois grupos, a electricidade e o combustível/vapor. A Figura 3.17 representa a “folha de consumos” padrão, para a introdução dos valores das distribuições de energia eléctrica nos diferentes sectores/equipamentos. O utilizador insere o consumo na unidade que pretende e o programa calcula instantaneamente o valor correspondente em kWh, em MMBtu e em percentagem. Para o consumo do combustível a “folha de consumos” é similar, apenas não contém a coluna das unidades de kWh, apresenta somente a medida de consumo de combustível, sendo neste caso a unidade de MMBtu.

Energy Use System	Annual Electricity Consumption	Energy Consumption (kWh)	Energy Consumption (MMBtu)	Percentage of Total
Compressed Air Systems	0,00	0	0	0,00
Industrial Facilities: (Lighting, HVAC, a	0,00		0	0,00
Materials Handling	0,00	0	0	0,00
Materials Processing	0,00	0	0	0,00
Process Cooling & Refrigeration	0,00	0	0	0,00
Steam Generation Equipment	0,00		0	0,00
Other	0,00		0	0,00
Total			8.828	

Figura 3.17. Interface da “folha de consumos” padrão no programa de apoio à gestão de energia ITP (Fonte: AMO, 2011).

Por conseguinte, e após toda a delineação de consumos, o programa actualiza a *interface* inicial do passo 5, surgindo assim as respectivas percentagens de consumo de cada sector e/ou conjunto de equipamentos, e o custo desse mesmo consumo (Figura 3.18).

Uma vez que, no segundo passo são introduzidos os custos, o programa consegue directamente estruturar os custos que correspondem ao funcionamento de cada sector e equipamento.

The screenshot shows the 'TeseA_c/alterações: Distribution' window. It contains a table with the following data:

System	Percent Electricity	Percent Fuel/Steam	Cost Electricity	Cost Fuel/Steam
Compressed Air Systems	5%	0%	12.293,60	0,00
Industrial Facilities: (Lighting, HVAC, and Facility Support)	1%	0%	2.458,72	0,00
Materials Handling	0%	43%	0,00	238.033,38
Materials Processing	42%	57%	103.266,24	315.532,62
Process Cooling & Refrigeration	47%	0%	115.559,84	0,00
Steam Generation Equipment	5%	0%	12.293,60	0,00
Other	0%	0%	0,00	0,00
Balance	0%	0%	0,00	0,00

Below the table, there are buttons for 'Reset Electricity to Defaults', 'Reset Fuel/Steam to Defaults', 'Electricity Worksheet', and 'Fuel/Steam Worksheet'. At the bottom right, the total costs are displayed: 245.872,00 for Electricity and 553.566,00 for Fuel/Steam.

Figura 3.18. Interface final do passo 5 do programa de apoio à gestão de energia ITP, da empresa A (Fonte: AMO, 2011).

Como última informação, a respeito do funcionamento da indústria surge o passo de caracterização das oportunidades de poupança de cada sector e/ou conjunto de equipamentos (Figura 3.18). Este sexto passo contém perguntas de funcionamento dos sectores/equipamentos sobre a sua configuração e da sua manutenção, podendo-se atribuir uma classificação qualitativa à possibilidade de estruturação de medidas de poupança. A metodologia de caracterização é realizada de igual forma no programa PEP, sendo apenas diferente o indicador do nível de classificação. A nomenclatura de classificação é a seguinte:

- 1: Nenhum sistema de avaliação concluído / Não sei;
- 2: Sistema de avaliação concluído, mas pouca ou nenhuma implementação está concluída;
- 3: Avaliação do sistema concluído e implementação substancial concluída.

Adicionalmente são dirigidas perguntas a cada sector e a cada conjunto de equipamentos (ANEXO A), sendo as mesmas colocadas no programa PEP. Como nota, é importante referir que para os sectores/equipamentos que contêm perguntas associadas, se

o utilizador escolher uma das três opções de oportunidades de poupança, o programa automaticamente activa um padrão de respostas para essas questões, que de certa forma se transcrevem nessa qualificação escolhida. O inverso também se verifica, ou seja, o utilizador ao responder às questões do sector ou equipamento, o programa automaticamente interpreta as respostas e transforma-as num dos três níveis de oportunidades de poupança.

Para este caso, na empresa A apenas o sector das instalações industriais é que tem atribuído uma classificação de nível 1, os restantes sectores/equipamentos têm conferido um nível 2 de oportunidade de poupança.

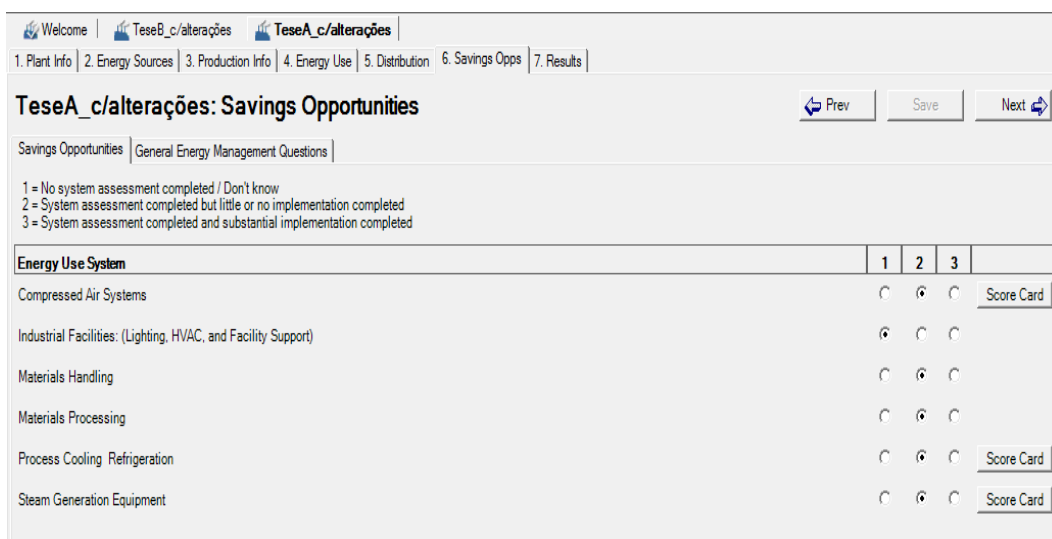


Figura 3.19. Interface do passo 6 do programa de apoio à gestão de energia ITP, da empresa A (Fonte: AMO, 2011).

No fim de o utilizador ter preenchido todos os dados relativos à empresa em estudo, este aciona a opção resultados (sétimo passo do programa) e o programa enumera um conjunto de várias secções que ajudam o utilizador a compreender os seus consumos e a encontrar medidas de poupança de energia que também auxiliem na redução de custos.

As secções de resultados que o programa oferece são:

- Informações da indústria;
- Energia adquirida anualmente;
- Consumo anual de energia;
- Potenciais poupanças de energia;
- Sugestões futuras medidas.

Na primeira secção de resultados é apresentada uma análise geral de todos os resultados que o programa dispõe, pois são fornecidos ao utilizador vários indicadores de consumo, de produção e de poupança de energia. Contudo surge um erro inicial, a unidade correspondente ao valor monetário apresentado não é o Euro (€), mas sim o Dólar (\$).

Na primeira tabela da Figura 3.20 é apresentado um resumo da energia que é comprada para consumo na empresa. Assim a tabela descreve a quantidade de energia utilizada na forma de electricidade e de combustível, convertendo, respectivamente, a sua unidade de kWh para MMBtu e de kg e m³ para MMBtu. Sendo que para a conversão das unidades introduzidas dos combustíveis para a unidade MMBtu, é necessário a contabilização dos valores do PCI. Verificando-se assim, a empresa A no ano de 2006, consumiu no total 35 141 MMBtu de energia. Pelo passo 2 o programa assumiu os custos desse consumo, apresentando um indicador de custo de energia por MMBtu consumido.

A segunda tabela, apresenta um sumário da informação das unidades de produção, anunciando factores energéticos e monetários que envolvem a sua produção.

Da divisão do consumo total das duas diferentes formas de energia pela produção total obtém-se a energia específica (MMBtu/t). Pela análise deste indicador, conclui-se que, de uma forma geral, são necessárias aproximadamente três vezes mais energia advinda da queima de combustíveis do que de energia eléctrica, para a produção de uma unidade de carne transformada.

Do terceiro quadro, interpreta-se que apenas os sectores/equipamentos que consomem energia eléctrica é que são sujeitos a uma ponderação de valores de poupanças energéticas e do respectivo valor monetário potencialmente economizado. De realçar que o valor apontado de possível montante economizado em energia eléctrica é de 1,166 Dólares por tonelada produzida, correspondendo a uma potencial taxa de poupança de energia de 4,53 % ao fim de um ano de produção. E relativamente às poupanças totais monetárias, com o mesmo valor de produção, poder-se-á obter uma redução de custos de aproximadamente 5,41 %. Ambas as percentagens apresentam valores consideráveis de uma avaliação mais detalhada, de forma a ser criada por parte da empresa uma análise criteriosa aos sectores/equipamentos com potenciais poupanças.

Adicionalmente é anunciado outro importante indicador, a poupança de energia por tonelada produzida. Apesar da designação em inglês do indicador transmitir que este se refere à poupança em custo monetário por tonelada, na realidade este indicador apresenta a

poupança de energia atingida por tonelada produzida, dividindo-se a potencial poupança total de energia pela produção total. Assim pode-se observar que este indicador apresenta uma potencial poupança de 0,035 MMBtu por tonelada produzida.

Tal como no caso do programa PEP, o ITP não esclarece a forma como são calculadas as potenciais poupanças energéticas. Surge também a percepção, de que a entidade responsável pela elaboração do programa de apoio à gestão de energia detém uma base de dados na qual se fundamenta. Esta base de dados de padrões de poupança indica um valor percentual de poupança energética, tendo em conta o tipo de indústria em estudo e as potenciais oportunidades de poupança que o utilizador selecciona.

Energy Source	kWh	MMBtu	Equivalent MMBtu	Cost/Equivalent MMBtu	Total Annual Cost
Electricity	2.587.294		8.828	27,851 €	245.872 €
Fuel		26.312	26.312	21,038 €	553.566 €
Steam		0	0		0 €
Total	2.587.294	26.312	35.141		799.438 €

Energy Source	Annual Use	Energy Use/tons	Equivalent Energy Use/tons (MMBtu/tons)	Cost/tons
Electricity, kWh	2.587.293,54	226,896	0,774	21,562 €
Fuel/Steam, MMBtu	26.312,47	2,308	2,308	48,546 €
Totals:			3,082	70,108 €

Energy Source	Total Energy Savings Potential	Cost Savings/tons	Total Cost Savings	Cost Savings/tons
Electricity, kWh	117.228,44	10,280	13.300 €	1,166 €
Fuel/Steam, MMBtu	0,00	0,000	0 €	0,00 €
Totals: (Equivalent Savings in MMBtu)	400,00 Equivalent MMBtu	0,035 Equivalent MMBtu	13.300 €	1,166 €

Figura 3.20. Interface dos resultados do programa de apoio à gestão de energia ITP, da empresa A. Informações do caso em estudo (Fonte: AMO, 2011).

Após a exposição desta secção, o programa sugere os restantes conjuntos de resultados como indicadores específicos dos efeitos apresentados nas tabelas resumo.

A primeira secção deste conjunto de resultados é a secção correspondente à energia adquirida anualmente. Assim o programa apresenta isoladamente todos os consumos energéticos e monetários (Figura 3.21). Nesta figura ainda é apresentada a energia consumida anualmente, em MMBtu e na unidade monetária em que o utilizador tem vindo a expressar os custos de energia. No gráfico que mostra os valores em termos energéticos, a coluna da energia eléctrica ilustra graficamente a quantidade de 8 828 MMBtu consumida no ano. A coluna dedicada aos combustíveis ilustra a quantidade de

gás natural (12 302 MMBtu), de lenha (2 647 MMBtu) e gasóleo (11 363 MMBtu) comprados a empresas fornecedoras.

Comparativamente ao gráfico que ilustra os valores monetários verifica-se que da mesma forma que o combustível é a forma de energia mais consumida também é a que na factura total se torna mais dispendiosa. Contudo, a electricidade é a energia mais cara, pois o seu consumo reflecte-se num valor de 27,85 Dólares por energia consumida (MMBtu), face aos 21,04 Dólares/MMBtu do consumo do combustível.

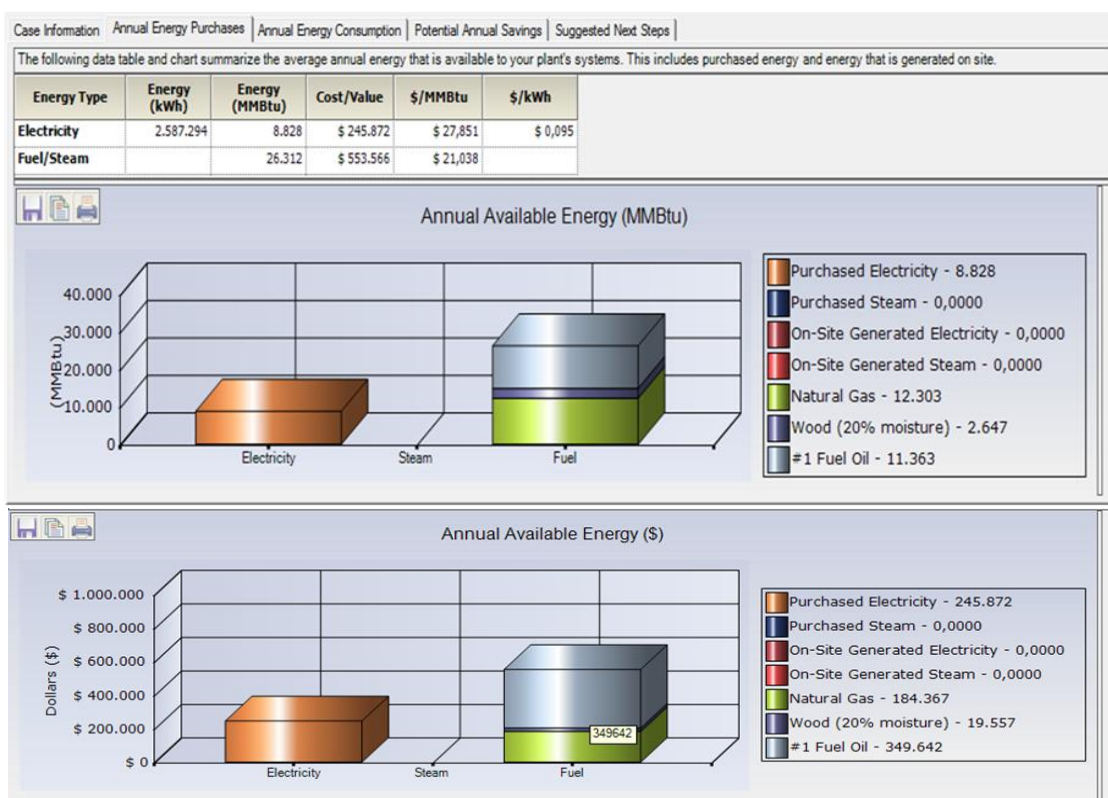


Figura 3.21. Interface dos resultados do programa de apoio à gestão de energia ITP, da empresa A. Energia anual adquirida (Fonte: AMO, 2011).

De seguida o programa apresenta o consumo anual de energia por sector e/ou conjunto de equipamentos da empresa. Nesta secção o utilizador poderá optar por observar o consumo total de energia (Figura 3.22), o consumo de electricidade e o consumo de combustível em cada sector e equipamento (Figura 3.23).

Analisando a Figura 3.22, observa-se que o sector que consome mais energia é o sector que engloba o processamento de materiais, e o que consome menos energia é o sector das instalações industriais. Ao processamento de materiais estão associadas as

maiores percentagens de consumo; tanto de energia eléctrica como de combustível (Figura 3.23).

Contudo, no que diz respeito à energia eléctrica o conjunto de equipamentos que apresenta maiores consumos é o que engloba os processos de refrigeração. O sector que consome mais combustível é o sector de processamento de materiais. Existem apenas dois sectores consumidores de combustível que são, o já mencionado, sector de processamento de materiais e o sector de manuseamento de materiais, devido ao consumo de gásóleo.

Nas Figuras 3.22 e 3.23 o consumo anual de energia é apresentado em duas colunas. Na primeira são apresentados os consumos expressos em kWh e a segunda refere esses mesmos consumos convertidos em MMBtu. Sendo também apresentados os respectivos custos associados ao consumo de energia.

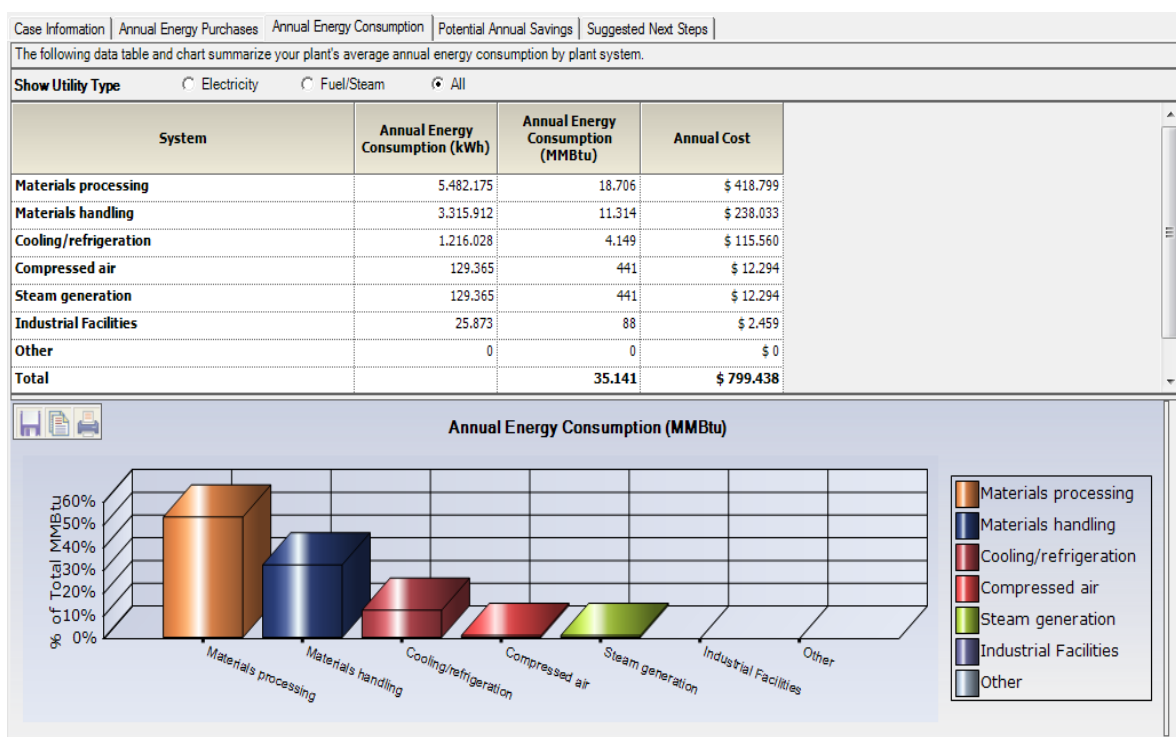


Figura 3.22. Interface dos resultados do programa de apoio à gestão de energia ITP, da empresa A. Energia total anual consumida (Fonte: AMO, 2011).

Case Information	Annual Energy Purchases	Annual Energy Consumption	Potential Annual Savings	Suggested Next Steps
The following data table and chart summarize your plant's average annual energy consumption by plant system.				
Show Utility Type <input checked="" type="radio"/> Electricity <input type="radio"/> Fuel/Steam <input type="radio"/> All				
System	Annual Energy Consumption (kWh)	Annual Energy Consumption (MMBtu)	Annual Cost	
Cooling/refrigeration	1,216,028	4,149	\$ 115,560	
Materials processing	1,086,663	3,708	\$ 103,266	
Compressed air	129,365	441	\$ 12,294	
Steam generation	129,365	441	\$ 12,294	
Industrial Facilities	25,873	88	\$ 2,459	
Materials handling	0	0	\$ 0	
Other	0	0	\$ 0	
Total	2,587,294	8,828	\$ 245,872	
Show Utility Type <input type="radio"/> Electricity <input checked="" type="radio"/> Fuel/Steam <input type="radio"/> All				
System	Annual Energy Consumption (kWh)	Annual Energy Consumption (MMBtu)	Annual Cost	
Materials processing	4,395,511	14,998	\$ 315,533	
Materials handling	3,315,912	11,314	\$ 238,033	
Cooling/refrigeration	0	0	\$ 0	
Compressed air	0	0	\$ 0	
Steam generation	0	0	\$ 0	
Industrial Facilities	0	0	\$ 0	
Other	0	0	\$ 0	
Total	7,711,423	26,312	\$ 553,566	

Figura 3.23. Interface dos resultados do programa de apoio à gestão de energia ITP, da empresa A. Tipos de energia anual consumida (Fonte: AMO, 2011).

Após discriminados todos os consumos por sectores/equipamentos e por tipo de energia, surge a secção de potenciais poupanças de energia e de emissões de CO₂ para a atmosfera.

Apenas são associadas possibilidades de poupança energética aos equipamentos de refrigeração, que consomem somente energia eléctrica. Não foram encontradas potenciais poupanças energéticas para o consumo de combustível. O utilizador poderá atingir uma redução de consumo de 400 MMBtu, que poderá ajudar a baixar os actuais 4 149 MMBtu consumidos por estes equipamentos.

Contrariamente às poupanças energéticas, as potenciais poupanças monetárias surgem a afectar um maior número de sectores/equipamentos. Os equipamentos de refrigeração, de ar comprimido e de produção de vapor e o sector das instalações industriais são os quatro sistemas que usufruem de qualificação na potencial redução de custos, num total de 13 700 Dólares (Figura 3.24). Esta redução de custos poderá advir da realização de medidas de boas práticas de forma a otimizar a eficiência dos equipamentos, ou então da redução de preço dos combustíveis e da energia eléctrica.

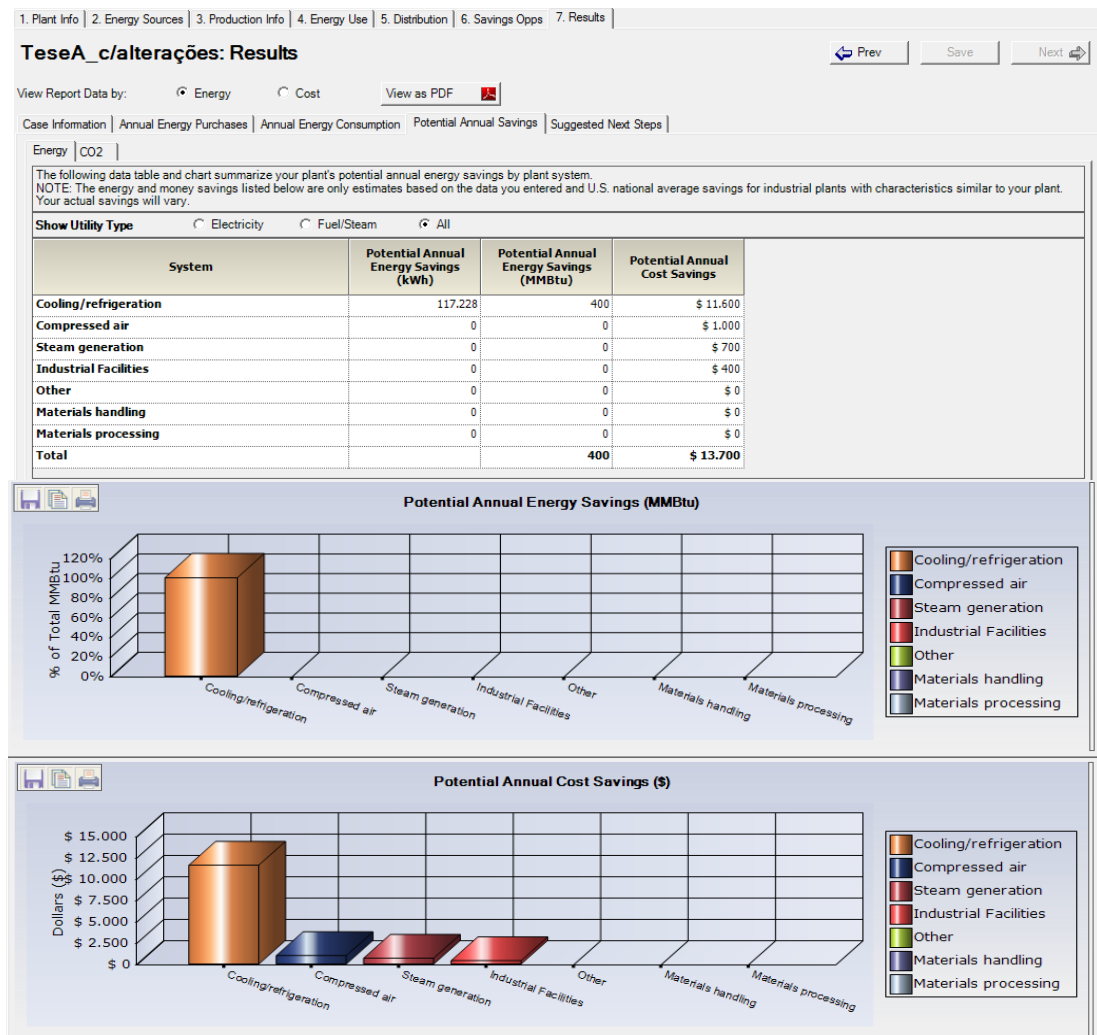


Figura 3.24. Interface dos resultados do programa de apoio à gestão de energia ITP, da empresa A. Potenciais poupanças de energia (Fonte: AMO, 2011).

Relativamente às potenciais poupanças nas emissões de CO₂ são apresentadas reduções de emissões provenientes do consumo de electricidade. (Figura 3.25).

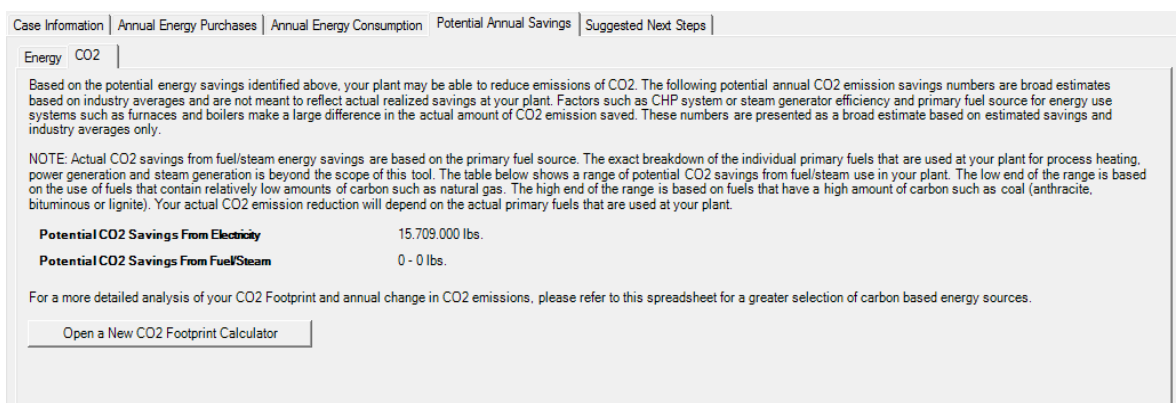


Figura 3.25. Interface dos resultados do programa de apoio à gestão de energia ITP, da empresa A. Potenciais poupanças de emissões de CO₂ para a atmosfera (Fonte: AMO, 2011).

Por fim, para que sejam concretizadas as potenciais poupanças é apresentada a lista de recomendações que o programa sugere.

As sugestões obtidas para o sistema de gestão de energia são:

- Desenvolver um plano de gestão de energia formal e escrito que seja aprovado ou um quadro que inclua objectivos específicos de redução de energia anual;
- Formação de uma equipa de gestão de energia e estabelecer a posição do gestor de energia das instalações, podendo ser responsável pela implementação de planos de gestão, procurando transmitir aos restantes membros, os períodos de progresso de gestão;
- Desenvolver métodos de comunicação com os colaboradores, de forma a receber sugestões de possíveis oportunidades que reduzam energia. Se possível incluir um plano de incentivos/recompensas;
- Promover o uso das análises de ciclo de vida de custo para avaliar a eficiência energética e económica do equipamento ou do sistema, dirigido a todos os equipamentos/sectores que consumam uma quantidade significativa de energia;
- Estabelecer um período de retorno necessário, com as devidas considerações para a avaliação de incentivos de projectos de melhoramento de eficiência energética.

Para o sistema de refrigeração são propostas algumas acções, de modo a que seja atingida a possibilidade de economizar electricidade no valor de 11 600 Dólares:

- Incorporar um refrigerador otimizado com controlo;
- Avaliar o uso de um economizador no sistema (Torre de arrefecimento de água vs. Refrigerador de água);
- Implementar recomendações de avaliação do sistema, no local;
- Utilizar a ferramenta de programa DOE CWSAT (referência já não existente) e outros recursos para verificar as oportunidades de poupança de energia;
- Implementar um programa de manutenção que correlacione a performance com a contaminação de fluidos no sistema;

- Eliminar as incrustações nos tubos dos permutadores de calor*.

Para o utilizador obter uma poupança de 1 000 Dólares nos equipamentos de ar comprimido, é necessário cumprir as seguintes sugestões:

- Instalar instrumentos para medir e estimar os indicadores de tendência de custo do ar comprimido;
- Instalar e operar equipamentos que correspondam às exigências das variações*;
- Instalar ou actualizar os controlos dos sistemas*;
- Implementar as recomendações da avaliação do sistema de ar comprimido, no local;
- Utilizar a ferramenta de programa DOE AirMaster+ (programa para contabilizar os consumos de energia e analisar oportunidades de poupança) e outros recursos para verificar as oportunidades de poupança de energia;

A oportunidade de poupança monetária que o programa encontrou para os equipamentos de produção de vapor, têm as seguintes acções apresentadas:

- Instalar instrumentos para medir os indicadores de custo do vapor;
- Implementar medidas de boas práticas baseadas num programa de manutenção de purgadores de vapor;
- Melhorar a eficiência da caldeira para um adequado controlo de ar / combustível, gestão de purgas, *etc.*;
- Utilizar o programa de boas práticas DOE Steam (consiste em três ferramentas de programa *online* utilizadas para analisar o uso de energia e as oportunidades de poupança em sistemas de vapor industrial) para verificar as oportunidades de poupança de energia.

Outro importante sector sujeito a medidas que reduzam os encargos económicos, é o sector das instalações industriais. As correspondentes medidas são:

- Desligar o vapor/água fria que flui para os manipuladores de ar que não necessitem ou que estejam fora de serviço*;
- Implementar controlos de ventilação e de temperatura para o período da noite, férias e de fins-de-semana;
- Instalar sensores de movimento*;

- Avaliar as actualizações de iluminação e implementar programas de manutenção em grupo de *relamp**;
- Realizar uma detalhada avaliação do sistema de HVAC e identificar e qualificar oportunidades de poupança energética.

Comparativamente à descrição das economias de energia detectadas pela auditoria energética, algumas das sugestões realizadas pelo programa são coincidentes, nomeadamente as sugestões marcadas com (*). Este programa sugere medidas de acção prática que o utilizador após ter o conhecimento poderia imediatamente colocá-las em curso. São, por isso, medidas concisas, algumas de fácil actuação e vão de encontro a algumas necessidades da empresa.

3.2. Caso Prático: Empresa B

A empresa B é uma indústria classificada no ramo de fabricação de produtos minerais não metálicos, concretamente, na produção de pavimento cerâmico em pasta vermelha vitrificada.

Os dados usados para testar os programas de apoio à gestão de energia são os que constam de uma auditoria realizada em 2006 e que refere os consumos de 2005.

Esta é uma empresa que produz apenas um tipo de produto, apresentando por isso, em contraste com a empresa A, um processo fabril simples. A primeira etapa do processo de produção é a da preparação da pasta. Neste processo a matéria-prima é doseada, misturada, moída e seca através de um processo de atomização. A segunda etapa do processo produtivo envolve, num processo contínuo, de prensagem, secagem, vidragem e, por fim, de cozimento. Depois de sujeito a um processo de controlo de quantidade o produto é embalado.

A empresa apresentou uma produção total anual em 2005, de 42 886 t, e um consumo energético de 290 607,3 GJ de energia eléctrica, gás natural e gás propano liquefeito (GPL).

Tal como foi realizado para o caso de estudo da empresa A, também serão utilizados os dois programas de apoio à gestão de energia, ao caso de estudo da empresa B.

3.2.1. Plant Energy Profiler

No primeiro passo do programa, o nome dado ao caso de estudo envolvendo esta empresa foi “DEM-Tese-B” e o tipo de indústria selecionado foi “outra” (Figura 3.26). A empresa poderia ter sido enquadrada no sector da indústria do vidro e de produtos de vidro. Contudo a possível modificação do sector da indústria não envolve alterações nas distribuições de consumos por sectores/equipamentos, pois os valores introduzidos não têm em conta as distribuições padrão, mas sim as distribuições representativas deste caso de estudo.

Figura 3.26. Interface do passo 1 do programa de apoio à gestão de energia PEP, da empresa B (Fonte: AMO, 2011).

No passo 2 é especificado o conjunto de equipamentos/processos (Tabela 3.5). Os sectores/equipamentos selecionados foram: o sector das instalações industriais (iluminação, HVAC, e instalações de apoio), os equipamentos térmicos do processo de aquecimento (fornos, atomizador e secador) e os equipamentos de processamento de materiais, este último conjunto engloba a esmagadora maioria dos equipamentos consumidores de energia existentes na empresa.

Tabela 3.5. Relação dos sectores/equipamentos selecionados no programa com o respectivo sector da indústria.

Sectores/Equipamentos do Programa	Sectores/Equipamentos da Indústria
Instalações Industriais	Outros serviços
Processo de Aquecimento	Forno de cozimento, atomizador e secador
Processamento de Materiais	Preparação da pasta
	Prensagem e secagem
	Vidragem

A Figura 3.27 apresenta a caixa de diálogo do programa que permite fazer a selecção do equipamento/sector de produção a considerar como relevante do ponto de vista energético nesta abordagem.

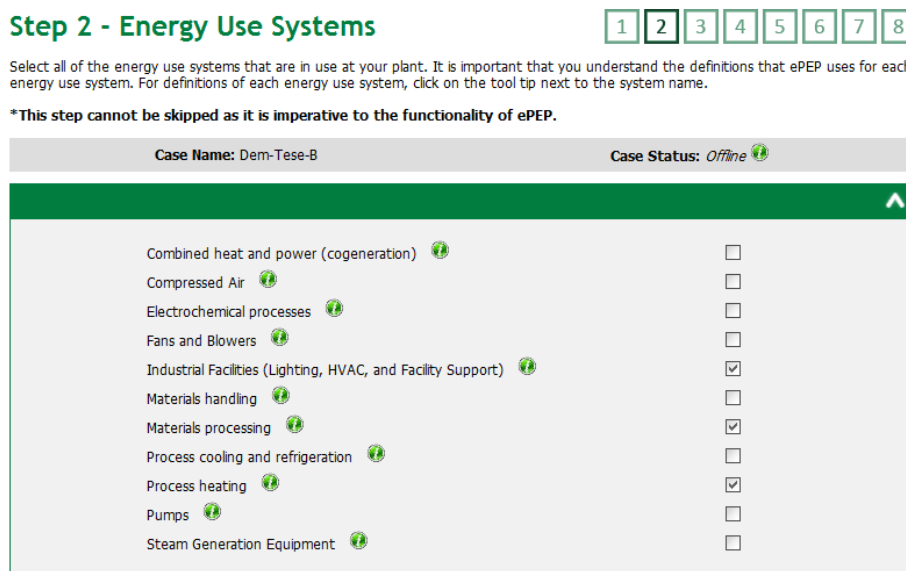


Figura 3.27. Interface do passo 2 do programa de apoio à gestão de energia PEP, da empresa B (Fonte: AMO, 2011).

No passo 3, o programa apresenta um conjunto de questões sobre a manutenção e o funcionamento dos sectores/equipamentos (Figura 3.28). Neste caso, o programa apenas coloca questões para a análise do plano de gestão de energia da empresa e para os equipamentos térmicos que incluem os processos de aquecimento. As respostas a estas questões encontram-se em anexo (ANEXO C).

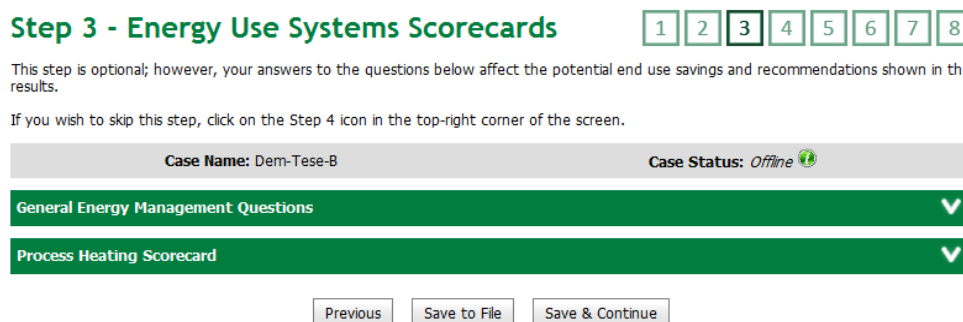


Figura 3.28. Interface do passo 3 do programa de apoio à gestão de energia PEP, da empresa B (Fonte: AMO, 2011).

No passo seguinte, o programa solicita o fornecimento de informação sobre a produção. No caso em análise, a empresa apenas produz pavimento cerâmico; todo o consumo de energia é imputado a esse produto. O valor percentual, do total da energia

consumida, nesse processo produtivo é, portanto, neste caso, 100 %. Esta empresa produziu no ano de referência 42 886 toneladas de pavimento (Figura 3.29).

Step 4 - Production Information (Optional) 1 2 3 4 5 6 7 8

Case Name: Dem-Tese-B		Case Status: Offline				
	Production Line Name	Product Name	Average Quantity	Units	Period	Percent Consumption
Edit Delete	Production of paving blocks	Paving	42886	tons	Annual	100

Figura 3.29. Interface do passo 4 do programa de apoio à gestão de energia PEP, da empresa B (Fonte: AMO, 2011).

No quinto passo o utilizador introduz os dados desagregados, por tipo de energia e por sector/equipamento productivo, do consumo energético. A informação solicitada pelo programa inclui o valor do consumo energético total anual, a unidade em que esse consumo se encontra expresso e a base de tempo ao qual o referido consumo se refere (Figura 3.30). Da mesma forma ao que foi efectuado no capítulo 3.1.1, o factor de conversão de energia eléctrica para energia primária, tem o valor de 2,5. Quanto ao gás natural é assumido para este factor um valor igual a 1, pois são energias primárias. O GPL tem um factor de conversão para energia primária muito próximo de 1.

Os valores do PCI considerados para o gás natural e para o GPL, foram, respectivamente 0,0379 GJ/m³ (1 017,34 Btu/scf) e 47,73 GJ/t (2 373,3 Btu/scf), (valores retirados do relatório da auditoria à empresa B).

Step 5 - Supplied Energy 1 2 3 4 5 6 7 8

	Meter ID	Energy Type	Use Per Period	Units	Period	Cost Per Period	Unit Cost	Source Energy Factor	
Edit Delete	A1	Electricity	29,762.70	GJ	Annual	\$ 634,496.24	21.32	2.50	
Edit Delete	A2	Fuel	260,649.80	GJ	Annual	1,828,873.64	7.02	1.00	Fuel Type: Natural gas Heating Value: 1,017.34 Btu/SCF
Edit Delete	A3	Fuel	194.80	GJ	Annual	\$ 7,814.88	40.12	1.00	Fuel Type: Propane (vapor/gas) Heating Value: 2,373.30 Btu/SCF

Figura 3.30. Interface do passo 5 do programa de apoio à gestão de energia PEP, da empresa B (Fonte: AMO, 2011).

Depois de todos os consumos energéticos estarem definidos, no passo 6 é realizada a distribuição desses mesmos consumos pelos três sectores e/ou conjunto de equipamentos (Tabela 3.6). Na empresa B a energia eléctrica é consumida nos três sectores/equipamentos, o gás natural é necessário para o processo de atomização, para a secagem e para a cozedura do pavimento. O GPL (consumido em máquinas de

manipulação das matérias primas) é utilizado na preparação da pasta e no sector de instalações industriais.

Tabela 3.6. Distribuições dos consumos energéticos por sectores/equipamentos, na empresa B.

Sectores/Equipamentos	Energia Eléctrica (A1)		Gás Natural (A2)		GPL (A3)	
	GJ	%	GJ	%	GJ	%
Instalações Industriais	7535,4	25,3	0,00	0	59,3	30,4
Processo de Aquecimento	4293,9	14,4	95762,8	36,7	0,00	0,00
Processamento de Materiais	17933,4	60,3	164887	63,3	135,5	69,6
Total	29762,7	100	260649,8	100	194,8	100

Após a distribuição de energia consumida pelos sectores/equipamentos, o utilizador poderá, no passo 6, editar as percentagens nos respectivos campos de selecção. O utilizador introduz os consumos percentuais e o programa calcula automaticamente os valores absolutos de energia consumida para cada sector e/ou conjunto de equipamentos (Figura 3.31).

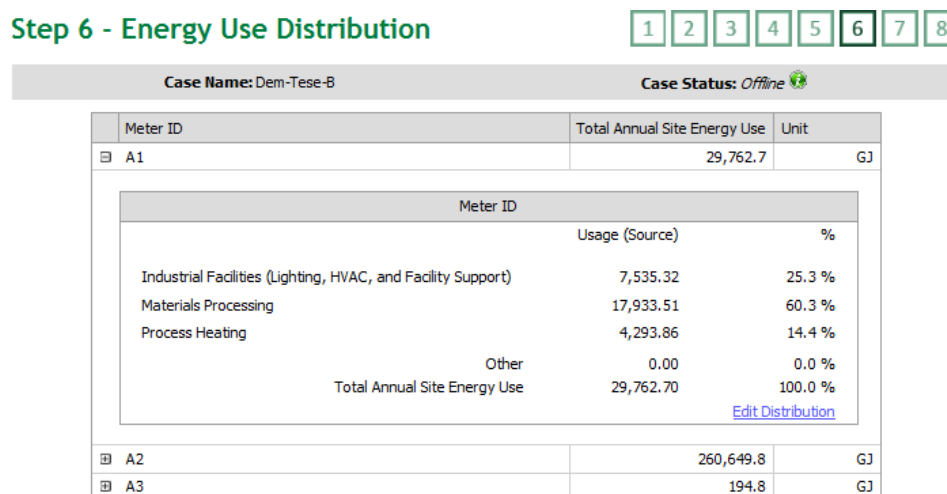


Figura 3.31. Interface do passo 6 do programa de apoio à gestão de energia PEP, da empresa B (Fonte: AMO, 2011).

De modo a completar todos os *inputs* do caso de estudo da empresa B, é necessário caracterizar as possibilidades de poupança. No passo 3 (pág. 56) nem todos os sectores/equipamentos foram questionados acerca do seu funcionamento, assim, o passo 7 inquirir directamente a classificação às potenciais oportunidades de poupança. Para o sector de instalações industriais é atribuída uma classificação de “Médio”, ou seja existe um programa de avaliação que já está concluído, contudo ainda existe pouca implementação. Para o sector de processamento de materiais, este é classificado de

“Baixo”, pois já existe um plano de avaliação do sistema que já se encontra concluído e implementado (Figura 3.32). A metodologia desta classificação foi descrita no subcapítulo 3.1.1.

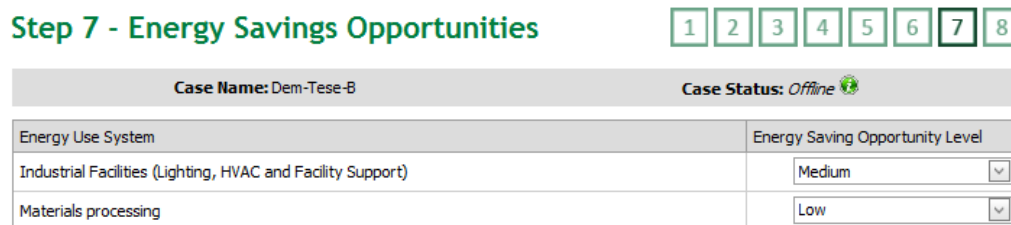


Figura 3.32. Interface do passo 7 do programa de apoio à gestão de energia PEP, da empresa B (Fonte: AMO, 2011).

Com o passo 8 são elaborados planos de redução de custos e de consumo de energia que visam a concretização das potenciais poupanças.

No primeiro campo, os resultados apresentam um resumo de consumos e respectivos custos, com crítica às energias não renováveis, uma vez que os maiores consumos energéticos nesta empresa partem das energias não renováveis. Criando um alerta para o utilizador, de modo a substituir, se possível, as energias em utilização por energias renováveis.

O preço total do consumo do combustível (gás natural e GPL) é substancialmente mais elevado do que o preço total do consumo da energia eléctrica. Contudo, o custo por energia eléctrica consumida (MMBtu) é superior relativamente ao do combustível. (Figura 3.33).

Energy Type	Site Energy Use (MMBtu)	Site Energy Cost (\$)	Primary Energy Use (MMBtu)
Electricity	28,209.6	\$634,496.24	70,524.0
Fuel	247,233.0	\$1,836,688.52	247,233.0

Figura 3.33. Interface dos resultados do programa de apoio à gestão de energia PEP, da empresa B. Sumário do consumo de energia anual (Fonte: AMO, 2011).

A energia consumida por tonelada de pavimento cerâmico, tem um valor de 6,4 MMBtu (Figura 3.34).

Production Stream	Quantity	Energy Use (MMBtu)	Energy Use per Unit of Production (MMBtu/unit)	Percent Consumption
Production of paving blocks (tons)	42886	275,442.6	6.4	100

Figura 3.34. Interface dos resultados do programa de apoio à gestão de energia PEP, da empresa B. Consumo de energia na produção (Fonte: AMO, 2011).

No terceiro campo de resultados, é apresentado o quadro de oportunidades de poupanças relativas aos sectores/equipamentos que existem na empresa B. O primeiro valor de resultados deste quadro corresponde à indicação dos consumos reais discriminados por cada sector e/ou conjunto de equipamentos.

Os valores do “Consumo de energia no local” que o programa calcula, apresentam um desvio, já anteriormente referenciado, de 5,22 % relativamente ao valor calculado externamente ao programa (Tabela 3.7).

Tabela 3.7. Diferença de valores do consumo de energia, da empresa B.

Sectores/Equipamentos	Consumo de energia - Programa de apoio à gestão de energia (MMBtu)	Consumo de energia - Calculado (MMBtu)	Diferença de valores (%)
Instalações Industriais	6 822,7	7 198,1	5,22
Processamento de Materiais	164 359,9	173 409	5,22
Processo de Aquecimento	89 886,6	94 835,4	5,22
Total	261 069,2	275 442,4	5,22

O programa apresenta potenciais poupanças energéticas que estão relacionadas com a pontuação das oportunidades de poupança (Figura 3.35).

O sector das instalações industriais tem uma qualificação “Médio” e os equipamentos de processamento de materiais tem pontuação “Baixo”, sendo as classificações atribuídas no passo 7 (pág. 59). Os equipamentos térmicos de processos de aquecimento têm conferida uma pontuação “Médio” de acordo com a interpretação que o programa fez às respostas atribuídas ao seu sistema no passo 3 (pág. 56).

Após esta atribuição qualitativa, a pontuação dos sectores/equipamentos é normalizada segundo as suas oportunidades de poupança.

Dado que na secção 3.1.1, já foi apresentada a ligação de intervalos percentuais, entre a qualificação e a quantificação, pode-se concluir que aos sectores e aos equipamentos que têm pontuação “Médio” lhes é atribuída uma percentagem de oportunidades de poupança entre 36% a 60 % ou 41 a 70%, uma vez que já têm estruturado um sistema de gestão de energia. Para o sector que tem qualificação “Baixo” a percentagem de oportunidade de poupança varia entre 61 % a 100 % ou entre 71 a 100%, pois significa que já existe um sistema de gestão de energia implementado.

A percentagem de oportunidade de poupança apresentada para cada sector e/ou conjunto de equipamentos é fundamentada numa base de dados relativa a este tipo de indústria.

Para o sector de processamento de materiais é atribuída uma percentagem de 0 % à potencial poupança energética, uma vez que já tem implementado um sistema de avaliação de gestão de energia. Aos sectores que têm uma média oportunidade de poupança, são lhes atribuídos um moderado potencial de poupança energético, por apenas terem estruturado o plano de gestão e avaliação dos sistemas e ainda não o terem implementado.

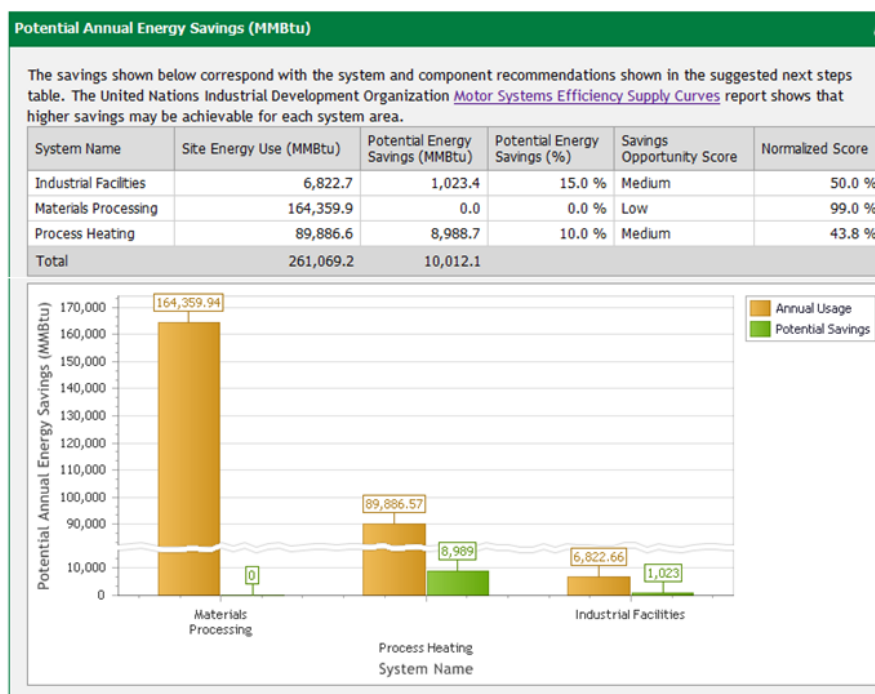


Figura 3.35. Interface dos resultados do programa de apoio à gestão de energia PEP, da empresa B. Potenciais poupanças anuais energéticas (Fonte: AMO, 2011).

Com a redução do consumo de cada *input* energético, existe uma diminuição proporcional do consumo das energias primárias não renováveis, conduzindo ao decréscimo das emissões da quantidade de carbono.

O programa aponta como valores possíveis a atingir para a diminuição de CO₂ por parte da redução do consumo de electricidade de 242 079,74 kg, e por efeito da redução do consumo de combustível é sugerido o valor de 456 974,5 kg (Figura 3.36).

As poupanças de emissões de CO₂ para a electricidade são aproximadamente duas vezes menores do que as poupanças correspondentes aos combustíveis. Para além do

consumo de energia eléctrica ser menor, na queima de GPL há maiores quantidades de CO₂ a serem emitidas que poderão ser diminuídas.

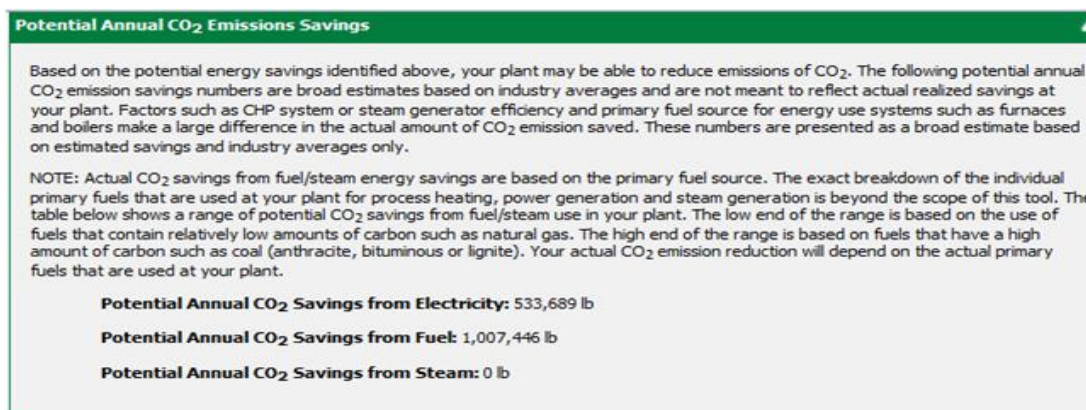


Figura 3.36. Interface dos resultados do programa de apoio à gestão de energia PEP, da empresa B. Potenciais poupanças anuais das emissões de CO₂ (Fonte: AMO, 2011).

Para a diminuição das emissões de CO₂ e para atingir as potenciais poupanças energéticas, há que ter em conta determinadas medidas.

No caso da empresa B apenas são sugeridas acções para os equipamentos térmicos de processos de aquecimento:

- Reduzir os encargos dos dispositivos eléctricos, ou de outro encargo de material de manuseio manual e usar o método de "retorno de calor" sempre que possível;

As acções de reduzir encargos dos dispositivos eléctricos, ou de outro encargo de material de manuseio manual são medidas incompreensíveis, não se conseguindo perceber a que dizem respeito.

- Considerar a utilização de calor residual dos gases de combustão, provenientes do forno, para secar o material que foi processado;
- Considerar a eventualidade de pré aquecer o ar de combustão através da recuperação de calor residual dos gases de combustão do forno. Avaliar a utilização de um recuperador, regenerador ou queimadores regenerativos;
- Manter a pressão adequada (equilibrada ou levemente positiva) nos fornos, utilizando um controlo apropriado de modo a evitar fugas de calor.

Nenhuma das referidas recomendações estão descritas na auditoria à empresa B. Algumas destas medidas são difíceis de ser implementadas por serem demasiado genéricas e de difícil compreensão.

Após implementadas algumas medidas e averiguadas as potenciais poupanças energéticas, existe condições de uma possível melhoria no programa de gestão de energia que a própria empresa tem implementado.

3.2.2. Integrated Technologies Program

Apesar de na primeira aplicação deste programa terem sido encontradas grandes dificuldades de funcionamento do mesmo, é importante voltar a verificar, com um caso de estudo diferente a sua aplicabilidade à realidade nacional.

No primeiro passo o programa solicita informação referente à identificação da empresa (Figura 3.37). Tal como no programa anterior, a actividade desta empresa poderia ser enquadrada dentro da indústria do vidro e de produtos de vidro.

The screenshot shows a web-based form titled "TeseB_c/alterações: Plant Info". At the top, there is a navigation bar with tabs for "1. Plant Info", "2. Energy Sources", "3. Production Info", "4. Energy Use", "5. Distribution", "6. Savings Opps", and "7. Results". Below the navigation bar, the form title "TeseB_c/alterações: Plant Info" is displayed. A note states "Required Fields are in bold". The form contains the following fields: "Plant:" with a text input containing "TeseB_c/alterações"; "Industry Type:" with a dropdown menu showing "Other"; "Other Industry:" with an empty text input; "Contact Information: (Optional)" section containing "Name:" with a text input containing "Ana Martins", "E-mail:" with an empty text input, and "Address:" with a large empty text area.

Figura 3.37. Interface do passo 1 do programa de apoio à gestão de energia ITP, da empresa B (Fonte: AMO, 2011).

No segundo passo é necessário introduzir os *inputs* energéticos associados à produção da empresa B. Para a fabricação de pavimento cerâmico são necessários três tipos de energia: GPL, gás natural e electricidade. As quantidades necessárias destes tipos de energia durante o ano de 2005 foram, respectivamente: 197 GJ, 260 651 GJ e 29 761 GJ (Figura 3.38). Para este programa é ainda necessário introduzir os valores mensais dos consumos energéticos e os respectivos custos. A escala temporal selecionada foi a anual. Nesta fase o programa calcula alguns indicadores, como o custo por tipo de cada unidade de energia consumida (na unidade introduzida na “folha de inputs” (Figura 3.13)), a sua

conversão para custo por MMBtu e a indicação se a energia é comprada ou produzida no local.

No que respeita aos PCI dos combustíveis, a auditoria refere que o PCI do gás natural é de 0,03791 GJ/m³ e do GPL é de 47,730 GJ/t.

Stream Type	Stream Name	Annual Quantity	Annual Cost	Unit Cost	Cost / MMBtu	OnSite
Fuel	Gas Propano	197 GJ	\$ 7.817	\$ 39.68/GJ	\$ 41.86	N
Fuel	Gas Natural	260.651 GJ	\$ 1.828.875	\$ 7.017/GJ	\$ 7.403	N
Electricity	Electricidade	29.761 GJ	\$ 634.495	\$ 21.32/GJ	\$ 22.49	N

Figura 3.38. Interface do passo 2 do programa de apoio à gestão de energia ITP, da empresa B (Fonte: AMO, 2011).

A produção da empresa B no ano de 2005 foi de 42 886 toneladas de pavimento cerâmico, o que corresponde a uma produção média mensal de aproximadamente 3 574 t. Assim no passo 3, é necessário inserir o valor desta produção (Figura 3.39).

Physical Units of Production: If your plant measures its production by one physical unit (Tons, Widgets...), use the form below.

HOWEVER, if you want to track energy use and or energy intensity (energy use per unit of Production) within your plant, for one or more units of production, please skip to the Multiple Units of Production tab to use the Base Line Spreadsheet to calculate your change in energy intensity on an annual basis.

Use this screen to enter production information for your plant. This information will be used to calculate energy intensity and energy savings on a per unit of production basis.

Product Name:

Average Quantity:

Units:

Period:

Figura 3.39. Interface do passo 3 do programa de apoio à gestão de energia ITP, da empresa B (Fonte: AMO, 2011).

Neste caso de estudo existe um conjunto de sectores fundamentais no processo de fabricação, sendo importante adaptá-los aos sistemas que o programa oferece. Tal como já foi referido na secção 3.2.1 os sectores/equipamentos são, os sectores de instalações

industriais e de processamento de materiais e os equipamentos térmicos de processos aquecimento (Figura 3.40).

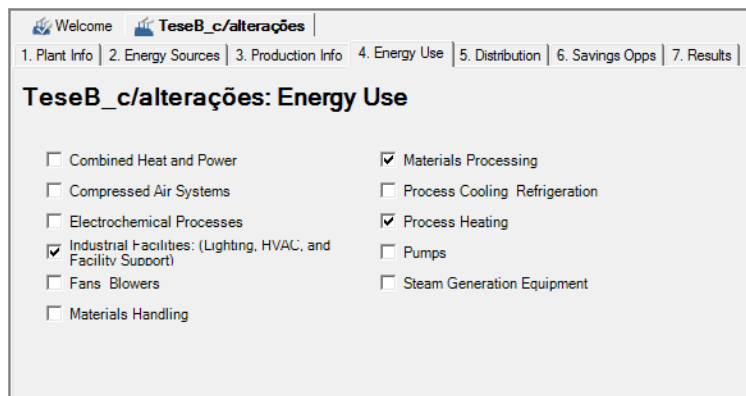


Figura 3.40. Interface do passo 4 do programa de apoio à gestão de energia ITP, da empresa B (Fonte: AMO, 2011).

No quinto passo do programa ITP, introduziram-se os valores dos consumos discriminados por sectores/equipamentos, com base na informação do relatório da auditoria. O utilizador pode optar por introduzir os consumos em MMBtu nas folhas de distribuição de consumos (Figura 3. 17), ou então se as percentagens respeitantes a esses consumos já se encontrarem calculadas, pode indicar directamente o valor no cursor indicativo de percentagem, da *interface* do passo 5. E assim obter igualmente o cálculo automático dos custos associados a cada consumo energético em cada sector e equipamento (Figura 3.41).

System	Percent Electricity	Percent Fuel/Steam	Cost Electricity	Cost Fuel/Steam
Industrial Facilities: (Lighting, HVAC, and Facility Support)	25%	0%	158.623,75	0,00
Materials Processing	60%	63%	380.697,00	1.157.115,96
Process Heating	15%	37%	95.174,25	679.576,04
Other	0%	0%	0,00	0,00
Balance	0%	0%	0,00	0,00
			634.495,00	1.836.692,00

Figura 3.41. Interface do passo 5 do programa de apoio à gestão de energia ITP, da empresa B (Fonte: AMO, 2011).

O passo 6 do presente programa, é dedicado à classificação das oportunidades de poupança relativas a cada sector e/ou conjunto de equipamentos. A sua possível classificação é realizada segundo uma conversão em que a numeração 1, corresponde a

uma situação em que não existe nenhum sistema de avaliação concluído, com a numeração 2, o sistema de avaliação já se encontra concluído, mas a sua implementação não está totalmente concluída e com a numeração 3 em que existe uma avaliação do sistema de gestão que já está concluído e que já se encontra implementado.

Tal como já foi referido anteriormente (subcapítulo 3.1.2), neste passo o utilizador tanto pode optar por responder às perguntas dos *scorecards*, ou seleccionar directamente a opção pretendida. Neste caso de estudo, optou-se por seleccionar directamente a pontuação pretendida. Nesta empresa, o sector das instalações industriais e os equipamentos térmicos de processos de aquecimento são classificados com pontuação 2 de oportunidade de poupança e ao sector de processamento de materiais é lhe atribuída uma pontuação 3 (Figura 3.42).



Figura 3.42. Interface do passo 6 do programa de apoio à gestão de energia ITP, da empresa B (Fonte: AMO, 2011).

O sétimo passo corresponde à apresentação dos indicadores que resultam de toda a análise dos passos anteriores (Figura 3.43).

No primeiro campo de resultados é apresentado um conjunto de três quadros que tanto resumem a actividade actual da empresa B, como apresentam também as alterações dessa mesma actividade após implementadas determinadas medidas que levam à diminuição dos consumos energéticos.

O quadro de resumo da energia adquirida é o primeiro a ser a apresentado. Neste quadro são apontados valores descritivos dos consumos energéticos da empresa. Tal como se verificou para a empresa A, o custo da electricidade por cada MMBtu consumido é superior ao custo do combustível. No entanto, no caso da empresa B essa diferença é

ainda mais notória. Para a electricidade o custo por energia consumida é de 22,49 Dólares/MMBtu e para os combustíveis é de 7,43 Dólares/MMBtu. O grande consumo de combustível está relacionado essencialmente com o consumo de gás natural no forno de cozimento e no processo de atomização e secagem.

A discriminação dos consumos de energia por unidade produzida é feita num segundo quadro da Figura 4.43. Verifica-se que o valor de energia consumida (MMBtu) por tonelada produzida é superior nos combustíveis, pois tal como o quadro anterior apresenta, o consumo total de combustíveis é superior ao da electricidade. O custo da produção de uma tonelada de pavimento referente ao consumo de combustíveis é superior do que ao consumo de electricidade.

Isto reforça a conclusão do primeiro quadro, uma vez que o consumo de energia se destina essencialmente ao sector de produção.

De seguida, surge o quadro de observações relativas às potenciais poupanças energéticas.

Sendo o consumo total de combustível superior ao da electricidade, o indicador de potenciais poupanças energéticas (MMBtu) apresenta maiores economias associadas ao combustível. O programa indica uma possível economia na ordem de 3,55 % para o consumo de electricidade e para o consumo de combustíveis é prevista uma poupança de 3,68 %. Desta forma, a indústria poderá poupar 0,023 MMBtu de electricidade por tonelada produzida e poderá economizar 0,212 MMBtu associados aos combustíveis por tonelada de pavimento fabricado.

Consequentemente, dados os custos elevados para o consumo actual de electricidade, são indicadas maiores poupanças monetárias absolutas para a energia eléctrica. A taxa de poupança monetária para a electricidade tem um valor de 3,5 % e a mesma taxa para os combustíveis é de 3,7 %.

Comparando potenciais poupanças para os consumos e para os custos da electricidade as percentagens de redução destes factores são muito próximas, o mesmo se verifica com os combustíveis.

Case Information	Annual Energy Purchases	Annual Energy Consumption	Potential Annual Savings	Suggested Next Steps	
Purchased Energy Summary					
Energy Source	kWh	MMBtu	Equivalent MMBtu	Cost/Equivalent MMBtu	Total Annual Cost
Electricity	8.266.945		28.208	22,493 €	634.495 €
Fuel		247.236	247.236	7,429 €	1.836.692 €
Steam		0	0		0 €
Total	8.266.945	247.236	275.444		2.471.187 €
Unit of Production Information					
Total Annual Production: 42886 tons of Paving					
Energy Source	Annual Use	Energy Use/tons	Equivalent Energy Use/tons (MMBtu/tons)	Cost/tons	
Electricity, kWh	8.266.945,11	192,766	0,658	14,795 €	
Fuel/Steam, MMBtu	247.236,19	5,765	5,765	42,827 €	
Totals:			6,423	57,622 €	
Energy Savings Potential					
Energy Source	Total Energy Savings Potential	Cost Savings/tons	Total Cost Savings	Cost Savings/tons	
Electricity, kWh	293.071,10	6,834	22.200 €	0,518 €	
Fuel/Steam, MMBtu	9.100,00	0,212	68.000 €	1,59 €	
Totals: (Equivalent Savings in MMBtu)	10.100,00 Equivalent MMBtu	0,236 Equivalent MMBtu	90.200 €	2,103 €	

Figura 3.43. Interface dos resultados do programa de apoio à gestão de energia ITP, da empresa B. Informações do caso em estudo (Fonte: AMO, 2011).

De acordo com a Figura 3.44, são apresentados os consumos discriminados pelos sectores/equipamentos.

Nos resultados correspondentes aos consumos associados às instalações industriais, apenas são apresentados consumos relacionados com a energia eléctrica. Na realidade também é consumido GPL no sector das instalações industriais. No entanto, a percentagem de consumo deste combustível neste sector corresponde a uma percentagem muito baixa (0,023%) comparativamente ao consumo total dos combustíveis (GPL e gás natural) nos diferentes sectores.

No sector de processamento de materiais e nos equipamentos térmicos de processos de aquecimento, a energia consumida tanto é relativa à electricidade como aos combustíveis. Contudo, em termos gerais, o sector que consome mais energia é o de processamento de materiais, seguido dos equipamentos térmicos de processos de aquecimento.

System	Annual Energy Consumption (kWh)	Annual Energy Consumption (MMBtu)	Annual Cost
Materials processing	4.960.167	16.925	\$ 380.697
Industrial Facilities	2.066.736	7.052	\$ 158.624
Process heating	1.240.042	4.231	\$ 95.174
Other	0	0	\$ 0
Total	8.266.945	28.208	\$ 634.495

System	Annual Energy Consumption (kWh)	Annual Energy Consumption (MMBtu)	Annual Cost
Materials processing	45.648.404	155.759	\$ 1.157.116
Process heating	26.809.380	91.477	\$ 679.576
Industrial Facilities	0	0	\$ 0
Other	0	0	\$ 0
Total	72.457.784	247.236	\$ 1.836.692

Figura 3.44. Interface dos resultados do programa de apoio à gestão de energia ITP, da empresa B. Consumo energético anual de energia eléctrica e de combustíveis (Fonte: AMO, 2011).

A partir destes resultados (Figura 3.44), o programa poderá construir pela sua base de dados as respectivas economias energéticas e monetárias de cada sector e/ou conjunto de equipamentos.

Relativamente às potenciais economias de electricidade, apenas o sector de instalações industriais e os equipamentos térmicos de processos de aquecimento é que contém associados reduções de consumos com a correspondente redução nos encargos económicos.

Quanto às reduções no consumo de combustíveis, estas estão associadas a um sector de equipamentos térmicos de processos de aquecimento, na ordem dos 9 100 MMBtu.

O sistema que terá maiores oportunidades de poupança energética e económica é o sector que engloba os equipamentos térmicos de processos de aquecimento.

The screenshot shows two tables of potential annual energy savings. The first table is for Electricity, and the second is for Fuel/Steam. Both tables list potential annual energy savings in kWh, MMBtu, and potential annual cost savings in dollars.

System	Potential Annual Energy Savings (kWh)	Potential Annual Energy Savings (MMBtu)	Potential Annual Cost Savings
Industrial Facilities	175,843	600	\$ 12,700
Process heating	117,228	400	\$ 9,500
Other	0	0	\$ 0
Materials processing	0	0	\$ 0
Total	293,071	1,000	\$ 22,200

System	Potential Annual Energy Savings (kWh)	Potential Annual Energy Savings (MMBtu)	Potential Annual Cost Savings
Process heating	2,666,947	9,100	\$ 68,000
Industrial Facilities	0	0	\$ 0
Other	0	0	\$ 0
Materials processing	0	0	\$ 0
Total	2,666,947	9,100	\$ 68,000

Figura 3.45. Interface dos resultados do programa de apoio à gestão de energia ITP, da empresa B. Potenciais poupanças anuais relativas à energia eléctrica e aos combustíveis (Fonte: AMO, 2011).

Um outro resultado importante resultado é o que se refere à oportunidade de realizar reduções nas emissões de CO₂ para a atmosfera.

Associadas à redução de consumos de energia a empresa B, poderá reduzir as emissões de CO₂ em 17 813 662 kg de CO₂ (redução do consumo de energia eléctrica) e em 9 386 284 kg (GPL) e em 483 274 971 kg de CO₂ (Gás natural). Para os combustíveis a redução de emissões será maior, uma vez que as possíveis reduções de consumo também são maiores.

The screenshot shows potential annual CO₂ emission savings. It includes a note about the accuracy of the estimates and a button to open a new CO₂ footprint calculator.

Potential CO₂ Savings From Electricity	39,272,000 lbs.
Potential CO₂ Savings From Fuel/Steam	1,065,428,000 - 20,693,000 lbs.

For a more detailed analysis of your CO₂ Footprint and annual change in CO₂ emissions, please refer to this spreadsheet for a greater selection of carbon based energy sources.

[Open a New CO₂ Footprint Calculator](#)

Figura 3.46. Interface dos resultados do programa de apoio à gestão de energia ITP, da empresa B. Potenciais poupanças anuais de emissões de CO₂ (Fonte: AMO, 2011).

Para que a empresa B possa ver cumpridas todas as metas de reduções, é necessário implementar determinadas medidas que alcancem os objectivos pretendidos.

Associado ao plano de gestão de energia existem algumas medidas a ter em consideração, sendo iguais às recomendações da empresa A.

Para o sector de instalações industriais, e de forma a cumprir a meta de economizar 12 700 Dólares, é importante seguir as seguintes sugestões:

- Equilibrar o sistema de ar para reduzir todas as necessidades ou satisfações das mudanças das exigências de zonas;
- Instalar economizadores de entalpia;
- Optimizar as operações de unidades com controlador manual de ar - ligar/desligar;
- Implementar sistemas de controlo automático de luzes e zonas baseadas em ligação de luzes consoante as actividades;
- Implementar as recomendações para a iluminação e para a avaliação do sistema de HVAC, no local.

Os equipamentos térmicos de processos de aquecimento também detêm um conjunto de cinco sugestões de melhoria, de modo a se atingir a economia de 77 500 Dólares:

- Isolar as partes refrigeradas de água e ar no forno. Por exemplo: cilindros, suportes, *etc.* usados no forno;
- Reduzir os encargos dos dispositivos eléctricos, ou de outro encargo de material de manuseio manual e usar o método de recuperação de calor residual "retorno de calor" sempre que possível;
- Considerar a utilização de calor a partir dos gases de combustão, provenientes do forno, para secar o material que foi alterado;
- Considerar o uso de ar de combustão pré-aquecido, por recuperação de calor a partir dos gases de combustão do forno. Avaliar a utilização de um recuperador, regenerador ou queimadores regenerativos;
- Manter a pressão adequada (equilibrada ou levemente positiva) nos fornos, utilizando um controlo apropriado de modo a evitar fugas de calor.

Algumas das medidas anunciadas anteriormente têm uma descrição incompreensível.

Estas recomendações são construídas a partir das insuficiências que o programa reconheceu nas respostas aos *scorecards* dos sectores e/ou equipamentos.

4. COMPARAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE APOIO

As ferramentas de apoio seleccionadas foram desenvolvidas pela mesma organização, a AMO, tendo ambas o mesmo objectivo. As ferramentas têm bastantes semelhanças, contudo, existem diferenças notórias de melhoria do programa ITP para o programa PEP.

A primeira diferença encontrada, baseia-se no modo de funcionamento dos programas, o PEP é uma ferramenta que necessita de estar ligada à internet. Enquanto que o programa ITP funciona como uma ferramenta isolada, não requerendo ligação à internet.

Durante a utilização dos programas, foi perceptível concluir que o programa PEP é uma actualização melhorada do programa ITP. A organização poderia ter optado por realizar apenas uma versão actualizada do ITP. No entanto, as alterações que foram realizadas no programa ITP causaram transformações de base no desenvolvimento do programa, assim foi preferível criar um programa novo. Justificando-se as similaridades entre as duas ferramentas.

De uma forma geral, os *inputs* solicitados nos dois programas são em grande parte os mesmos.

No primeiro passo, no indicador de tipo de indústria, observa-se que para o programa PEP a lista de tipos de indústria está substancialmente agrupada por sectores industriais. Contudo, o programa ITP contém um maior número de indústrias, pois desagrega os sectores industriais em subsectores mais específicos. Esta observação não causa alterações nos cálculos das distribuições de consumos pelos sectores/equipamentos, pois apesar de algumas indústrias se tratarem de subsectores, têm por base a mesma distribuição correspondente ao seu sector.

A estrutura dos programas é bastante similar, o programa PEP contém no passo 3 e 7 a fragmentação do passo 6 do ITP, pois assim tornou-se mais simples e perceptível a caracterização das oportunidades de poupança. Sendo que a única diferença encontrada é a nomenclatura de classificação dos níveis de oportunidade de poupança, o PEP classifica consoante {Alto, Médio e Baixo} e o ITP caracteriza em {1, 2 e 3}, contendo ambas as classificações o mesmo significado.

Relativamente à apresentação dos sectores/equipamentos que os programas tabelam como existentes em qualquer tipo de indústria, essa lista é igual em ambos os programas.

A identificação do tipo de produção, em ambos os programas a sugestão de caracterização dos produtos finais é realizada da mesma forma.

Um dos passos fundamentais de ambos os programas é a introdução dos tipos de energias consumidas na indústria. Neste campo as diferenças passam por o PEP sugerir um factor de conversão de energia primária para todos os consumos, que deve ser sempre confirmado devido à diferença na legislação e o ITP requer os consumos energéticos mensais e os custos mensais de cada tipo de energia consumido.

No campo de distribuição dos consumos energéticos, os programas sugerem sempre uma distribuição padrão para cada sector industrial.

A distribuição de consumos no programa PEP deriva da colocação directa das percentagens relativas a cada sector. No ITP este processo pode também ser realizado abrindo a folha de cálculo de consumos de cada sector ou equipamento e o programa calcula automaticamente a respectiva percentagem. Outra diferença é relativa à distribuição de consumos por *inputs* energéticos, em que o ITP agrupa os consumos em apenas dois tipos, o consumo de energia eléctrica e o consumo de combustíveis. O PEP discrimina os consumos nos diferentes tipos de energia consumidos.

Comparando os resultados obtidos nos dois programas, observa-se que ambos realizam primeiramente um resumo dos consumos energéticos e dos custos económicos. Seguindo-se um quadro relativo à produção, em que é apresentado um indicador representativo do consumo energético associado à produção de uma unidade de produto final.

Comparativamente aos resultados das potenciais poupanças energéticas e analisando os dois contextos de aplicação, observa-se que os sectores/equipamentos apontados no PEP como potenciais reduções de consumos são bastante similares aos que o programa ITP evidencia (Tabela 4.1), apresentando apenas duas excepções. A primeira surge no primeiro caso de estudo, na auditoria energética à empresa A, em que o PEP, ao contrário do ITP, apesar de encontrar potenciais poupanças para o sector das instalações industriais, não descreve as possíveis recomendações para as atingir. Este facto é consequência de o PEP não calcular oportunidades de poupança referentes a economias

monetárias, decorrentes por exemplo, de contratos de compra de energia mais vantajosos. No entanto, o ITP para além de as calcular, referencia também a que tipo de energia (electricidade e/ou combustíveis) a que está associada a poupança monetária ou energética. No caso de estudo da empresa B, surge a segunda excepção, em que apesar dos programas de apoio PEP e ITP encontrarem possíveis poupanças em dois sectores, o PEP apenas redige medidas para as alcançar para um dos sectores.

Relativamente ao tipo de recomendações sugeridas por ambos os programas, estas surgem com algumas aplicações de melhoramento similares. Contudo existem medidas que são incompreensíveis. Os valores absolutos das respectivas poupanças energéticas diferem entre os programas. O que leva a concluir que a base de dados de cálculo das oportunidades de poupança do programa PEP é diferente da base de dados da ferramenta ITP, podendo também ter sido actualizada, uma vez que o PEP é uma versão melhorada do ITP.

Tabela 4.1. Quadro esquemático dos sectores/equipamentos passíveis a oportunidades de poupança nos dois programas de apoio à gestão de energia.

Caso de Estudo da Empresa A		
	Oportunidades de Poupança	Recomendações
Sectores/Equipamentos do Programa PEP	Processos Refrigeração	Processos Refrigeração
	Ar comprimido	Ar comprimido
	Instalações Industriais	
	Equipamentos de Produção de Vapor	Equipamentos de Produção de Vapor
Sectores/Equipamentos do Programa ITP	Processos Refrigeração	Processos Refrigeração
	Ar comprimido	Ar comprimido
	Equipamentos de Produção de Vapor	Equipamentos de Produção de Vapor
	Instalações Industriais	Instalações Industriais
Caso de Estudo da Empresa B		
	Oportunidades de Poupança	Recomendações
Sectores/Equipamentos do Programa PEP	Processo de aquecimento	Processo de aquecimento
	Instalações Industriais	
Sectores/Equipamentos do Programa ITP	Processo de aquecimento	Processo de aquecimento
	Instalações Industriais	Instalações Industriais

A metodologia de cálculo pela qual os programas se regem para calcular as potenciais poupanças para uma indústria, é a mesma. Ambos consideram os consumos

energéticos discriminados por sectores, a classificação das passíveis oportunidades poupança e a sua base de dados padronizada por tipo de indústria, de forma a encontrar as potenciais economias monetárias e energéticas.

5. CADERNO DE ENCARGOS

Um gestor de uma empresa procura sempre otimizar os seus processos, reduzindo encargos. Ajustado a esta realidade é fundamental desenvolver-se uma adequada ferramenta de apoio às indústrias.

Através desta ferramenta o utilizador pode conseguir visualizar potenciais oportunidades de poupança, auxiliando também os auditores que ao desenvolverem o programa, poderão ter acesso a medidas mitigadoras de consumos energéticos e monetários para a indústria e que as possam sugerir na própria auditoria.

Segundo os seguintes campos de análise, a lista de principais *inputs* que uma futura ferramenta de apoio deverá conter, é:

- Para conhecimento das informações gerais:
 - Nome da empresa;
 - Tipo de indústria.
- Para análise dos consumos energéticos:
 - *Input* energético, seleccionar o consumo de energia eléctrica e/ou de combustível;
 - Quantidade de energia consumida;
 - Unidade da energia de cada tipo de consumo;
 - Custo de cada consumo energético;
 - Opção do tipo de moeda;
 - Valor do poder calorífico inferior para cada tipo de consumo de combustível;
 - Período de referência de cada tipo de consumo.
- Para análise da produção:
 - Nome de produtos finais;
 - Quantidade total produzida de cada tipo de produto;
 - Unidade de produção de cada tipo de produto;
 - Consumo específico de energia de cada tipo de produto;

- Período de referência de cada tipo de produto.
- Para discriminar consumos por sectores/equipamentos:
 - Lista de sistemas que existem nas indústrias, de modo a que o utilizador selecione os que existem no seu caso;
 - Consumos percentuais ou absolutos de cada sistema.
- Para construção dos resultados das potenciais oportunidades de poupança:
 - Classificar os sistemas consoante níveis de oportunidades de poupança;
 - Construir uma base de dados com oportunidades padrão de poupança energética, com as variáveis do tipo de indústria e da classificação do nível de oportunidade de poupança.

Ao longo da ferramenta, sempre que surge as opções de escolha de unidades, essas mesmas unidades devem-se limitar às unidades do sistema internacional.

Relativamente, à escala temporal, o programa deverá conter as opções, anual, semestral e mensal, de forma a restringir e facilitar os cálculos do programa.

De acordo com os objectivos, aos quais a ferramenta se propõe, é essencial que contenha os seguintes indicadores de *outputs*:

- Consumo energético por unidade produzida;
- Custo da energia consumida por unidade produzida;
- Potenciais poupanças energéticas em valores absolutos e em percentagem;
- Potenciais poupanças monetárias em valores absolutos e em percentagem;
- Pontuação de oportunidades de poupança para cada sistema, de forma a se poder comparar directamente as poupanças entre sistemas;
- Medidas que resultem nas poupanças esperadas.

Quanto à base de dados para o cálculo de potenciais poupanças energéticas é sugerida a bibliografia *Medidas de eficiência energética aplicáveis à indústria portuguesa: Um enquadramento tecnológico sucinto* com a publicação de ADENE em Julho de 2010. Este é um documento que foi criado no desenvolvimento do PNAEE, com vista a estruturar planos de acção para a eficiência energética na vertente industrial, em contexto da União Europeia.

6. CONCLUSÃO

O objectivo principal da presente dissertação foi encontrar e analisar ferramentas de apoio que auxiliassem um gestor a reduzir os consumos energéticos sem comprometer a produção da empresa.

Após toda a pesquisa realizada para encontrar ferramentas de apoio que cumprissem os objectivos pretendidos, uma das principais conclusões surge da ausência de programas que se ajustem à realidade e às necessidades das indústrias Portuguesas. Existem vários programas de apoio à gestão de energia que contabilizem consumos energéticos, contudo, a maior parte deles restringem-se apenas a instalações habitacionais e muitos deles não estimam formas de optimização de processos.

Na aplicação do caso de estudo da empresa A, os programas apresentam resultados de poupança energética similares. Diferem apenas num sector de produção, ao qual o PEP encontrou possíveis oportunidades de poupança, mas não apresenta medidas para as atingir, pois este programa apenas anuncia poupanças energéticas. Por outro lado, o ITP diagnostica poupanças energéticas e monetárias, pois determinadas recomendações poderão surgir de encontro ao melhoramento de equipamentos e de opções de funcionamento e de acordos nos preços das energias consumidas, revertendo-se em economias monetárias e não em energéticas.

Com a empresa B, os resultados obtidos relativamente aos sistemas passíveis de possibilidade de poupança foram similares nos dois programas. Contudo, tal como acontece na aplicação do programa PEP na Empresa A, também existe um sector que não lhe são atribuídas medidas de forma a atingir as possíveis poupanças enunciadas.

No entanto, de uma forma geral, existe uma diferença nos resultados dos valores absolutos das oportunidades de poupança. Esta evidência deve-se ao facto de o PEP ser uma versão actualizada do programa ITP e consequentemente também foi actualizada a base de dados de cálculo das potenciais poupanças.

Esta actualização é uma alteração benéfica à aplicação de casos práticos. Para além do PEP se ter transformado numa versão mais moderna e simples de se trabalhar. Como por exemplo, apresenta comentários em alguns dos *inputs*.

Contudo quando transferida para a realidade Portuguesa, torna-se uma ferramenta quase inutilizável. Uma vez que todos os valores sugeridos encontram-se de acordo com a realidade americana, bem como as unidades sugeridas não se encontram no sistema internacional. Sendo que também, o programa PEP apresenta um erro de cálculo nas distribuições de consumos energéticos.

Em suma, estes programas não são de fácil acesso e interpretação e não se encontram adequados à realidade nacional. Contudo poderão ser a base de estudo e de referência de conhecimentos para o desenvolvimento de uma futura ferramenta de apoio.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADENE - Agência para a energia; *Guia da eficiência energética*; (2011); pp 82; Acedido a 10 de Março de 2012, em: <http://www.adene.pt/pt-pt/Publicacoes/Paginas/Guia-de-Efici%C3%Aancia-Energ%C3%A9tica.aspx>.
- Advanced Manufacturing Office – United States Department of Energy; (2011); *Industrial Facilities Scorecard*; Descarregado a 20 de Fevereiro de 2012, em: <https://save-energy-now.org/EM/tools/Pages/IFScorecard.aspx>.
- Advanced Manufacturing Office – United States Department of Energy; (2009); *Integrated Tool Suite*; Descarregado a 1 de Março de 2012, em: http://www1.eere.energy.gov/manufacturing/tech_deployment/softwaretoolregistration.asp?product=15.
- Advanced Manufacturing Office – United States Department of Energy; (2011); *Plant Energy Profiler*; Descarregado a 1 de Março de 2012, em: <https://save-energy-now.org/EM/tools/Pages/ePEPSharePoint.aspx>.
- BizEE Software Limited (2007); *Energy Lens*; Descarregado a 21 de Fevereiro de 2012, em: <http://www.energylens.com>.
- BSCD Portugal; ISR – Dep. de Eng. Electrotécnica e de Computadores da Universidade de Coimbra; (2005); *Manual de boas práticas para a eficiência energética*; pp 10-13. Acedido a 10 de Março de 2012, em: <http://www.bcsdportugal.org/manual-eficiencia-energetica/465.htm>.
- Calau, J.; *et al.*; (2010); *Medidas de eficiência energética aplicáveis à indústria portuguesa: Um enquadramento tecnológico sucinto*; Publicação de ADENE - Agência para a energia; pp 10-22. Acedido a 10 de Março de 2012, em: <http://www.adene.pt/pt-pt/Publicacoes/Paginas/pub-sgcie.aspx>.
-

Convertworld; (2012); Acedido a 2 de Abril de 2012, em:
<http://www.convertworld.com/pt/>.

Decreto-Lei n° 74/2008. "Diário da República Série I" 74 (15-04-2008) 2222.

Decreto-Lei n° 122/2008. "Diário da República Série II" 122 (26-06-2008) 27912.

(EIA (a)) Energy Information Administration of United States of America; Official Energy Statistics from the United States Government; (2010); *Appendix A- Conversion Factors for Standard Units*; pp A.3.

(EIA (b)) Energy Information Administration of United States of America; Official Energy Statistics from the United States Government; (2006); Acedido a 4 de Maio, em: <http://www.eia.gov/emeu/mecs/contents.html>.

Energy Star; (2010); *Energy Tracking Tool*; Descarregado a 3 de Março de 2012, em:
http://www.energystar.gov/index.cfm?c=in_focus.bus_industries_focus.

Norma DIN EN 16001 (2009); *Energy Management Systems in Practice - A Guide for Companies and Organizations*. Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU).

8. ANEXO A – SCORECARDS DOS SISTEMAS DO PASSO 3 DO PROGRAMA DE APOIO À GESTÃO DE ENERGIA PEP, DA EMPRESA A

General Energy Management Questions

Does your company have a formal written energy management plan?
 Yes No

Have you formed an energy management team at your plant?
 Yes No

Does your company have a formal method of communication in place for employees to suggest energy saving opportunities?
 Yes No

Does your company use life cycle cost analysis to evaluate the economics of energy efficient equipment when making new purchases of large systems?
 Yes No

Does your company establish required payback periods for energy efficient improvement projects?
 Yes No

[Reset this Scorecard](#)

Compressed Air Scorecard

Your Compressed Air System

Have you developed a basic block diagram of the system?
 Yes No

Have you developed a pressure profile of your system to determine peak demand and dynamics of demand?
 Yes No

Have you estimated total compressed air flow during different shifts?
 Yes No

Have you measured pressure at various points in the system to determine pressure drop?
 Yes No

Have you measured compressed air temperature at various points in the supply system?
 Yes No

Have you estimated leak load?
 Yes No

Maintenance

Do you meet or exceed compressor and dryer manufacturer's requirements for maintenance?
 Yes No

Do you periodically check ventilation openings to the compressor room to make sure they are free of obstructions?
 Yes No

Do you inspect condensate drains daily?
 Yes No

Do you periodically inspect and replace hoses that have become cracked or worn?
 Yes No

Do you periodically inspect and replace end-use filters, check regulators, and lubricators to maintain functionality?
 Yes No

Does your compressed air demand vary significantly over time? (if no, skip to next section)
Have you adjusted your compressor controls in the last year?
 Yes No

Have you developed a control strategy that allows you to efficiently match supply with demand?
 Yes No

Do you monitor compressor operation to avoid rapid cycling of equipment?
 Yes No

Do your compressed air end-uses require significantly different pressures? (if no, skip to next section)
Do you have a few high pressure applications that determine the operating pressure for your entire plant?
 Yes No

Have you investigated ways to serve high pressure applications at a lower pressure?
 Yes No

Do your compressed air end-uses require significantly different levels of air quality? (if no, skip to next section)
Do you have a few end use applications requiring high quality air that determine the air quality for the entire plant?
 Yes No

Have you investigated ways to serve these high air quality applications with point-of-use solutions?
 Yes No

Do you have compressed air end-uses that are intermittent, but require high volumes? (if no, skip to next section)
Are you using any of the following to supply the intermittent, high volume applications? (Check all that apply)

Secondary Storage Receivers
 Separate compressor, booster or amplifier

Potentially inappropriate end-uses
Have you analyzed your end uses to make sure they could not be more efficiently using alternative energy sources?
 Yes No

Is compressed air being sent to abandoned equipment?
 Yes No

Leak management
Have you estimated the amount of leakage in your system?
 Yes No

Do you have the equipment to detect leaks (e.g., ultrasonic leak detector) or do you outsource leak detection?
 Yes No

Do you have an ongoing leak management program?
 Yes No

Heat recovery
Does your plant have a demand for space heating or hot water?
 Yes No

Are you using heat recovery on your compressed air system?
 Yes No

Process Cooling and Refrigeration Scorecard

Performance Monitoring

When was the last time your refrigeration system was audited?

1 year or less
 >2 years ago
 >5 years ago

How often do you monitor refrigeration costs?

Continuously
 Quarterly
 Yearly
 Never/Don't know

Do you monitor compressor efficiencies?

Yes No

Maintenance Practices

Do you have a regular maintenance program?

Yes No

Do you regularly inspect (at least quarterly) the refrigerant charge level?

Yes No

Do you regularly inspect (at least quarterly) the compressors?

Yes No

Do you regularly inspect (at least quarterly) the condensers and evaporators for fouling?

Yes No

Load Profile Characteristics

What is the average refrigeration compressor load factor versus design (typical/estimated)?

$\geq 100\%$
 $>50\%$
 Don't know

What % of operating time do you spend at less than 50% load?

30% or less
 60% or more
 Don't know

What mechanism do you use to unload your compressors?

Variable speed drives
 Cylinder unloading (reciprocating) /Slide valves (screw) /Variable inlet guide vanes (centrifugal)
 Automated Compressor on/off control
 Manual Compressor on/off control
 Suction throttling
 Hot gas bypass

Operating Practices

Is your refrigeration compressor suction pressure typically:

- At or near design pressure
- < design pressure by more than 15%
- Don't know

What is the typical temperature difference between evaporator refrigerant and process stream outlet?

- Within 5 °F of design
- >5 °F of design
- Don't know

Is your refrigeration compressor discharge pressure typically:

- At or near design pressure
- > design pressure by more than 10%
- Don't know

Do you have condenser performance problems?

- Not at all
- Only periodically during summer months
- Throughout summer months
- Continuously

Design Considerations

How old is your refrigeration equipment (average)?

- <10 years
- 10-20 years
- >20 years

Have you ever performed a Pinch Analysis study to check if refrigeration loads have been minimized?

- Yes
- No

Drivers

What % of your refrigeration compressor HP is delivered via the following drive types? (Total must be less than or equal to 100%)

Backpressure (extraction) steam turbines

0

Variable speed electric motors

0

Electric motors w/o variable speed drives

100

Condensing steam turbines

0

Control


How are cooling tower fans controlled?

- Always on
- Manual on/off control
- Fan pitch control
- Automated on/off control
- Combination of above

How is blowdown controlled?

- Automatically
- Manually
- Combination of above

Performance Monitoring

Which parameters do you monitor regularly? 

- Ambient air temperature profiles for year
- Ambient air wet bulb temperature profile for year
- Cooling tower blowdown cycles
- Cooling water flow demand
- Delta T across towers
- Cycles of concentration

Operation & Performance Characteristics

Are overall cooling water flowrates above or below design?

- Above
- Below

Do you have uneven water distribution problems in cooling towers?

- Yes
- No

How close are basin temperature approaches to wet bulb temp?

- Around 5°F
- > 5°F

Do you have high cooling water pump discharge pressure problems due to:

Distribution piping fouling?

- Yes
- No

Cooling water exchanger fouling problems?

- Yes
- No

Higher than design cooling loads?

- Yes
- No

Do you monitor cooling water exchanger fouling rates and/or pressure drops?

- Yes
- No

Do you have the following cooling water distribution problems in the process units?

- Capacity problems
- Starving some users

Do you have sludge or sediment problems in cooling tower basins?

- Yes
- No

Have you optimized water vs air cooling loads?
 Yes No

Current Process Cooling Configuration
Estimate the percentage of your site cooling load supplied by the following: (Total must be less than or equal to 100%)

Mechanical draft towers

Natural draft towers

Cooling ponds

Spray Ponds

Estimate the percentage of Cooling Water Distribution pump hp delivered by the following types drives: (Total must be less than or equal to 100%)

Backpressure turbine drives

Variable speed drives

Motor drives

Condensing turbine drives

Are you running the minimum number of pumps?
 Yes No

If not, what is the primary reason:
 Emergency on-line backup supply criteria
 System capacity (high discharge pressures)
 Ease of operation
 N/A

What type of cooling tower fill is used?
 Splash Film Film Fill

Do cooling tower fans have adjustable pitch blades?
 All
 Some
 None

Do the cooling tower fans have adjustable speed drives?
 All
 Some
 None

Maintenance
What is the general condition of cooling tower fill?
 Excellent
 Adequate
 In need of replacement

Steam Generation Equipment Scorecard

Steam Costs

Do you monitor your fuel cost to generate steam - in terms of (\$) / (1000 lbs. of steam produced)?

Yes No

How often do you calculate and trend your fuel cost to generate steam?

at least quarterly
 at least annually
 Less than annually

Steam/Product Benchmarks

Do you measure your steam/product benchmark - in terms of (lbs. of steam needed) / (unit of product produced)?

Yes No

How often do you measure and trend your steam/product benchmark - in terms of (lbs. of steam needed) / (unit of product produced)?

at least quarterly
 at least annually
 Less than annually

Steam System Measurements

Do you measure and record critical energy parameters for your steam system?

Steam Production Rate (to obtain total steam production)
 Fuel Flow Rate (to obtain total fuel consumption)
 Feedwater Flow Rate
 Makeup Water Flow Rate
 Blowdown Flow Rate
 Chemical Input Flow Rate

How intensely do you meter your steam flows?

by major user/equip
 by process unit
 by area or building
 by plant as a whole (i.e., total boiler output)
 not at all

Steam Trap Maintenance

Does your system steam trap maintenance program include the following activities?

Proper Trap Selection For Application
 At Least Annual Testing Of All Traps
 Maintaining A Steam Trap Database
 Repairing/Replacing Defective Traps

Water Treatment Program

How often do you ensure that your water chemical treatment system is functioning properly?

- at least daily
- at least weekly
- less than weekly

How often do you need to clean fireside or waterside deposits in your boiler?

- every 5-10 years
- every 1-5 years
- once/year or more

How often do you measure conductivity (or tds, total dissolved solids) in your boiler and determine what your steam and mud drum blowdown rate (or top and bottom boiler blowdown rate) should be?

- continuous, or at least once/shift
- once/day
- once/week or less

System Insulation

Is your boiler plant equipment and piping system insulation (refractory, piping, valves, flanges, vessels, etc.) maintained and in good condition?

- insulation excellent
- insulation good, but can be improved
- insulation inadequate

Is your steam distribution, end use, and condensate recovery equipment insulation (piping, valves, flanges, heat exchangers, etc.) maintained and in good condition?

- insulation excellent
- insulation good, but can be improved
- insulation inadequate

Steam Leaks

How would you characterize steam leaks in your steam system?

- none
- minor
- moderate
- numerous

Water Hammer

How often do you detect noticeable water hammer in your steam and condensate recovery system?

- less than once a month
- monthly or weekly
- daily or hourly

Maintaining Effective Steam System Operations

Do you periodically - at least once a year - inspect the following important steam plant operational equipment?

Boiler plant equipment - boiler, deaerator, feedwater tank, chemical treatment equipment, blowdown equipment, economizer, combustion air preheater, insulation, etc.?

- Yes No

End use system equipment - turbines, piping (including design), heat exchangers, coils, jacketed kettles, steam traps (types, sizes, locations), air vents, vacuum breakers, pressure reducing valves, insulation, etc.?

Yes No

Recovery system equipment - piping (including design), valves, fittings, flash tanks, condensate pumps, condensate meters, insulation, etc.?

Yes No

Boiler Efficiency

How often do you measure your overall boiler efficiency - [(heat absorbed to create steam) / (energy input from fuel)]?

at least quarterly
 at least annually
 Less than annually

Do you measure the following parameters as a function of boiler load and ambient temperature?

Flue gas temperature?
 Yes No

Flue gas oxygen content?
 Yes No

Flue gas CO content?
 Yes No

How do you control excess air in your boiler to maximize boiler efficiency?

automatically
 manually
 not at all

Heat Recovery Equipment

Do you have any of the following heat recovery equipment installed on your boilers?

Feedwater economizer and/or combustion air preheater
 Yes No

Blowdown heat recovery
 Yes No

Generating Dry Steam

How often do you check the quality of steam that is output from your boiler to the distribution system, and ensure that you are generating dry steam?

at least quarterly
 at least annually
 Less than annually

General Boiler Operation

Do you have an operational automatic blowdown controller on your boiler?

Yes No

What is the frequency of high level alarms (possibly indicating boiler undersized) or low level alarms (possibly indicating boiler oversized) for your boiler?

- less than 1/month
- 1-5 per month
- more than 5/month

How often do you experience steam pressure fluctuations of greater than 10% of your boiler operating pressure?

- less than 1/month
- 1-5 per month
- more than 5/month

Options for Reducing Steam Pressure - Minimize Steam Flow Through PRVs

How do you reduce steam pressure in your steam system?

- Steam generated at required pressure or PRVs appropriately applied
- Backpressure turbines used in parallel with PRVs
- Boiler control used to reduce pressure
- Excess steam vented and/or used inefficiently

Recover and Utilize Available Condensate

How much of your available condensate do you recover and utilize?

- greater than 80%
- 40% to 80%
- 20% to 40%
- less than 20%

Use High-Pressure Condensate to Make Low-Pressure Steam

How much of your available flash steam do you recover and utilize?

- greater than 80%, or flash steam unavailable
- 40% to 80%
- 20% to 40%
- less than 20%

[Reset this Scorecard](#)


Figura 8.1. Scorecards de cada sistema, encontrados no passo 3 do programa de apoio à gestão de energia PEP, para a empresa A (Fonte: AMO, 2011).

9. ANEXO B – FACTORES DE CONVERSÃO DE UNIDADES

Tabela 9.1. Factores de conversão de unidades.

	DE:	PARA:	MULTIPLICADO POR:	REFERÊNCIA:
Energia	GJ	MMBtu	$947816,99 \times 10^{-6}$	(EIA (a), 2010)
	kWh	MMBtu	3412×10^{-6}	(EIA (a), 2010)
	kWh de energia secundária	tep energia primária	215×10^{-6}	D.L. Nº122/2008 de 26 de Junho
Massa	kg	lb	2,2046	(Convertworld, 2012)
Volume	m ³	scf	35,31	(Convertworld, 2012)
Moeda	Euro (€)	Dólar (\$)	1,31721	(Convertworld, 2012)

10. ANEXO C – SCORECARDS DOS SISTEMAS DO PASSO 3 DO PROGRAMA DE APOIO À GESTÃO DE ENERGIA PEP, DA EMPRESA B

General Energy Management Questions 

Does your company have a formal written energy management plan?
 Yes No

Have you formed an energy management team at your plant?
 Yes No

Does your company have a formal method of communication in place for employees to suggest energy saving opportunities?
 Yes No

Does your company use life cycle cost analysis to evaluate the economics of energy efficient equipment when making new purchases of large systems?
 Yes No

Does your company establish required payback periods for energy efficient improvement projects?
 Yes No

[Reset this Scorecard](#)

Process Heating Scorecard

Have you conducted a detail energy assessment for your heating equipment using tools such as Process Heating Survey and Assessment Tool (PHAST) to identify energy saving opportunities?

Yes No

Do you measure oxygen (O2) and Carbon Monoxide CO or combustibles in flue gases and "tune" the burners periodically to maintain low values for O2 and combustibles in the furnace flue gases?

Yes No

Have you sealed openings in furnaces and repaired cracks, and damaged insulation in furnace walls, doors etc.?

Yes No

Do you regularly clean heat transfer surfaces to avoid build up of soot, scale or other material?

Yes No

Do you have a program for calibration/adjustment of sensors (i.e. thermocouples), controllers, valve operators etc.?

Yes No

Do you operate the furnace at or close to design load by proper furnace scheduling and loading, and avoid delays, waits between production?

Yes No

Do you maintain proper (balanced or slightly positive) pressure in furnaces to avoid air leakage in the furnace?

Yes No

Check all the flue gas recovery systems that are in the plant

- A heat recovery system (i.e. recuperator, regenerator, water or heating etc.) is used to recover heat from the furnace flue gases.
- Heat of flue gases from the furnace or air preheater is used to heat charge material, fixtures etc.
- Heat of flue gases from the furnace or air preheater is used for lower temperature processes such as steam generation, water heating or air heating for the plant or other application.

Do you use design of fixtures, trays and other material handling system components with minimum weight and proper material?

Yes No

Do you use proper insulation for (or minimize use of) water or air cooled parts such as rolls, load supports etc. used in furnaces?

Yes No

Are you using oxygen enriched air or oxy-fuel fired burners for high temperature processes?

Yes No

Are you using the most cost effective source of heat for processes where it is possible use alternate energy sources (i.e. steam vs. electricity vs. fuel firing) where applicable?

Yes No

Do your heating equipment and other heated parts use cost effective type and thickness of insulation?

Yes No

Figura 10.1. Scorecards de cada sistema, encontrados no passo 3 do programa de apoio à gestão de energia PEP, para a empresa B (Fonte: AMO, 2011).