



ISEL

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA
ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA QUÍMICA

**Sistema de gestão da energia ISO 50001:2011
e desenvolvimento sustentável energético**

VÍTOR ANTÓNIO DA SILVA GONÇALVES

(Licenciado em Engenharia Química – Ramo Ambiente e
Qualidade)

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de
Mestre em Engenharia da Qualidade e Ambiente - MEQA

Júri:

Doutor João Fernando Pereira Gomes

Doutor Luís Manuel Rodrigues Coelho

Engenheiro Feliz José Mil-Homens dos Santos

Dezembro de 2017

Agradecimentos

Em primeiro lugar, um enorme agradecimento à minha esposa, Ana e à minha filha, Matilde, pelo tempo que não lhes dediquei e pelo constante apoio, incentivo e paciência durante a realização deste trabalho.

Ao meu orientador, Prof. Feliz Mil-Homens, cuja dedicação, exigência e disponibilidade, aliada à sua experiência e competência, contribuiu decisivamente para o desfecho deste trabalho final de mestrado.

Num trabalho tão complexo e extenso como este, é natural que muitas pessoas e entidades tenham sido fundamentais para o levar a cabo. Na impossibilidade de os enumerar a todos, não posso deixar de mencionar:

- 1 – Todos os peritos em sistemas de gestão de energia que gentilmente manifestaram a sua opinião.
- 2 – A minha entidade empregadora – Lloyd's Register Quality Assurance (LRQA) – pela disponibilização das suas bases de dados de auditores ISO 50001 e de empresas certificadas ISO 50001.
- 3 – Os amigos Pedro Fontoura e Steve Watkins pela sua disponibilidade para uma segunda opinião.

Um agradecimento especial ao Dr. João Gomes pela amizade e pelo desafio. Sem ele, não estaria aqui.

Por último, à minha escola de bacharelato, licenciatura, pós-graduação e agora mestrado – o Instituto Superior de Engenharia de Lisboa - pelo que significou até hoje no meu percurso profissional.

Resumo

Partindo dos conceitos de desenvolvimento sustentável, eficiência energética e gestão energética, estudando as suas características, procurou-se analisar a norma de sistemas de gestão de energia ISO 50001:2011 dum ponto de vista de desenvolvimento sustentável, com vista a determinar a sua implementação, eficácia, a existência de lacunas e o subsequente desenvolvimento de melhorias capazes de suprir as lacunas identificadas com a ajuda de peritos de sistemas de gestão de energia.

A análise realizada sobre gestão energética e sistemas de gestão de energia para empresas do sector industrial foi capaz de sistematizar, através duma análise bibliográfica extensa, as principais características destas ferramentas de gestão industrial, incluindo as motivações para utilização, as suas vantagens e benefícios e também as barreiras e obstáculos à sua implementação.

Com a ajuda duma compilação e sistematização de artigos científicos chave e do documento de referência das melhores tecnologias disponíveis em eficiência energética publicado pela União Europeia, foi possível construir um sistema de gestão de energia ideal, onde, por comparação com os requisitos da norma ISO 50001:2011, se determinaram três lacunas em termos conceptuais nesta norma internacional.

Com vista a determinar mais lacunas, e através da aplicação dum duplo critério de avaliação composto por uma revisão da literatura científica disponível e por uma análise de estudos de caso extensa, foi então possível determinar a eficácia e os resultados da implementação da ISO 50001:2011 em empresas do sector industrial, verificando-se como verdadeiras as seguintes hipóteses de investigação:

Hipótese n.º 1 - A implementação da ISO 50001 é eficaz relativamente ao objetivo enunciado de melhorar o desempenho energético, incluindo a eficiência energética, uso e consumo de energia.

Hipótese n.º 2 - A implementação da ISO 50001 é eficaz relativamente ao objetivo enunciado de redução dos custos de energia.

Hipótese n.º 3 - A implementação da ISO 50001 não é eficaz relativamente ao objetivo enunciado de redução das emissões de gases de efeito de estufa e de outros impactes ambientais relacionados.

Em virtude destes resultados, considerando a falta de eficácia da norma internacional ISO 50001:2011 na redução das emissões de gases de efeito de estufa e de outros impactes ambientais relacionados, foram então identificadas quatro lacunas nesta norma internacional:

- Estratégia de gestão do risco energético.
- Desenvolvimento de tecnologias de eficiência energética.
- Acompanhamento de desenvolvimentos das técnicas de eficiência energética.
- Redução dos impactes ambientais relacionados com a utilização da energia.

Estas lacunas foram analisadas através da aplicação doutro duplo critério de avaliação composto pelo conceito de gestão energética para o desenvolvimento sustentável e pelo objetivo n.º 7 da Agenda 2030 da ONU, de forma a validar a sua contribuição para o desenvolvimento sustentável, tendo sido corroborada a hipótese de investigação n.º 4: Hipótese n.º 4 - A norma ISO 50001 tem lacunas em termos de gestão energética para o desenvolvimento sustentável.

Através da análise detalhada dos requisitos da norma ISO 50001:2011, foi realizado o enquadramento das quatro lacunas identificadas nesta norma e convertidas estas quatro lacunas em seis possíveis melhorias aos seus requisitos.

Foram propostas estas seis possíveis melhorias a 146 peritos em sistemas de gestão de energia, divididos em três grupos, através dum inquérito *on-line* com o objetivo de recolha de opinião fundamentada e investigação da validade destas melhorias. Este inquérito, contendo questões dirigidas ou fechadas, numa ordem lógica, de escolha múltipla, com uma escala de Likert de 5 pontos com uma subdivisão em concordância e importância para cada melhoria proposta, decorreu entre 23-11-2016 e 7-4-2017.

Os resultados deste inquérito, permitiram evidenciar claramente que a hipótese de investigação n.º 5 é válida, ou seja, que as seis propostas de melhoria selecionadas contribuem positivamente para a evolução da ISO 50001 em termos de gestão energética para o desenvolvimento sustentável.

Palavras chave:

ISO 50001:2011, sistema de gestão de energia, gestão energética na indústria, desenvolvimento sustentável, eficiência energética, gestão energética para o desenvolvimento sustentável.

Abstract

Using the concepts of sustainable development, energy efficiency and energy management as a starting point and researching their characteristics, a detailed analysis of the energy management systems standard ISO 50001:2011 was carried out, from a sustainable development viewpoint, looking to determine its implementation, effectiveness, the existence of gaps and the subsequent development of improvements capable of fulfilling the identified gaps with the assistance of energy management system experts.

The analysis made on energy management and energy management systems for industrial sector companies was able to systematize, through an extensive bibliographic review, the main characteristics of these industrial management tools including the motivations for utilisation, their advantages and benefits and also their implementation barriers and obstacles.

With the support of a compilation and systematisation of key scientific articles and of the reference document on energy efficiency best available techniques published by the European Union, an ideal energy management system could be build, where, through comparison with the ISO 50001:2011 standard requirements, three gaps in theoretical terms were determined for this international standard.

In order to determine the existence of more gaps, through the application of an evaluation double criteria, comprised of an available scientific literature review and of an extensive case study analysis, it was then possible to determine the effectiveness and the results of ISO 50001:2011 implementation, in industrial sector companies, confirming as true the following research hypothesis:

Hypothesis nr. 1 – The implementation of ISO 50001 is effective regarding the stated objective of energy performance improvement, including energy efficiency, energy use and consumption.

Hypothesis nr. 2 – The implementation of ISO 50001 is effective regarding the stated objective of energy costs reduction.

Hypothesis nr. 3 – The implementation of ISO 50001 is not effective regarding the stated objective of greenhouse gases emissions and other related environmental impacts reduction.

Bearing in mind these results, taking into consideration the lack of effectiveness of the international standard ISO 50001:2011 in greenhouse gases emissions and other related environmental impacts reduction, four gaps in this international standard could be identified:

- Strategic energy risk management.
- Energy efficiency technology developments.
- Follow up of energy efficiency techniques developments.
- Reduction of environmental impacts related with the use of energy.

These gaps were analysed through the application of another evaluation double criteria comprised of the energy management for sustainable development concept and of the United Nations 2030 Agenda objective nr. 7, in order to validate its contribution for sustainable development, therefore corroborating research hypothesis nr. 4:

Hypothesis nr. 4 – The ISO 50001 standard has gaps in energy management for sustainable development terms.

It was then carried out a detailed framework analysis of the four identified gaps, searching for the associated ISO 50001:2011 standard requirements and converting these four gaps into six potential improvements on ISO 50001 standard requirements.

These six potential improvements were proposed to 146 experts in energy management systems, divided in three groups, through an on-line survey, with the objective of getting legitimate opinion and investigation of their soundness. This survey, comprising direct or closed questions, in a logical order, with multiple choices 5 points Likert scale with a subdivision in agreement and importance for each proposed improvement, was made between 23-11-2016 and 7-4-2017.

The results of this survey, allowed for a clear evidence that the research hypothesis nr. 5 was validated as true, or in other words, that the six improvement proposals selected, contribute positively for the ISO 50001 evolution in terms of energy management for sustainable development.

Key words:

ISO 50001:2011, energy management system, industry energy management, sustainable development, energy efficiency, energy management for sustainable development.

Índice

Agradecimentos.....	i
Resumo.....	ii
Abstract.....	iv
Índice.....	vi
Índice de figuras	viii
Índice de tabelas	ix
Lista de siglas e abreviaturas	xi

1

1 – Introdução e metodologia	1
1.1 – Introdução	1
1.2 - Metodologia de investigação	1
1.2.1 - Fase conceptual	3
1.2.2 - Fase metodológica	4
1.2.3 - Fase empírica.....	6

2

2 - Desenvolvimento Sustentável	9
2.1 – Conceito inicial de desenvolvimento sustentável	9
2.2 – O caminho percorrido pelo conceito de desenvolvimento sustentável	12
2.3 – As interpretações atuais do conceito de desenvolvimento sustentável	16
2.4 – O desenvolvimento sustentável na União Europeia.....	20
2.5 – Energia e desenvolvimento sustentável	22

3

3 – Eficiência Energética	28
3.1 – Conceitos e definições.....	28
3.2 – Implementação atual	31
3.2.1 – Eficiência energética.....	31
3.2.2 – Consumo energético mundial.....	34
3.2.3 – Consumo de energia no sector industrial	38
3.3 – Eficiência energética e desenvolvimento sustentável	40
3.4 – Desenvolvimento tecnológico e eficiência energética.....	43

4

4 - Gestão energética no sector industrial.....	46
4.1 - Introdução.....	46
4.2 – Gestão energética	47

5

5 – Sistemas de gestão de energia ISO 50001:2011	52
5.1 – Sistemas de gestão	52
5.2 – Sistemas de gestão de energia	52
5.3 – Apresentação da norma ISO 50001:2011	55
5.4 – Requisitos da norma ISO 50001:2011	56
5.5 – Implementação de sistemas de gestão de energia – motivações	67
5.6 – Implementação de sistemas de gestão de energia – benefícios	68

5.7 – Implementação de sistemas de gestão de energia – barreiras e obstáculos	73
---	----

6

6 – Sistemas de gestão de energia – eficácia e resultados	76
6.1 – Gestão energética versus sistema de gestão de energia	76
6.2 – Eficácia e resultados	82
6.2.1 – Melhoria do desempenho energético – eficiência energética, usos e consumos	82
6.2.2 – Redução de custos de energia	84
6.2.3 – Redução de emissões de gases de efeito de estufa e de impactes ambientais relacionados	87
6.3 – Estudos de caso	89
6.3.1 – Melhoria do desempenho energético – eficiência energética, usos e consumos	91
6.3.2 – Redução de custos de energia	92
6.3.3 – Redução de emissões de gases de efeito de estufa e de impactes ambientais relacionados	93

7

7 – Propostas de melhoria da norma ISO 50001 em termos de gestão energética para o desenvolvimento sustentável	95
7.1 - Gestão energética para o desenvolvimento sustentável	95
7.2 - Objetivo n.º 7 dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 da ONU	99
7.3 – Possíveis melhorias na norma ISO 50001:2011	101
7.3.1 – Estratégia de gestão do risco energético	101
7.3.2 – Desenvolvimento de tecnologias de eficiência energética	101
7.3.3 – Acompanhamento de desenvolvimentos das técnicas de eficiência energética	103
7.3.4 – Redução dos impactes ambientais relacionados com a utilização da energia	104
7.3.5 – Síntese das alterações propostas	105
7.4 – Inquérito	106
7.4.1 - Introdução	106
7.4.2 – Recolha de resultados	109
7.4.3 – Tratamento de resultados e análise	110
7.4.3.1 – Melhoria n.º 1	111
7.4.3.2 – Melhoria n.º 2	114
7.4.3.3 – Melhoria n.º 3	117
7.4.3.4 – Melhoria n.º 4	120
7.4.3.5 – Melhoria n.º 5	122
7.4.3.6 – Melhoria n.º 6	125

8

8 – Conclusão, discussão e perspectivas de trabalho futuro	128
8.1 – Introdução	128
8.2 – Discussão da implementação e eficácia em ambiente industrial	129
8.3 – Discussão da identificação de lacunas	131
8.4 – Discussão das melhorias propostas	133
8.4.1 – Análise individual	133
8.4.2 – Considerações globais	142
8.5 - Perspetivas de trabalho futuro	145

9

9 – Bibliografia e anexos	149
9.1 – Referências bibliográficas	149
9.2 – Lista de anexos	156

Índice de figuras

Figura n.º 1 – Diagrama da metodologia de investigação.....	2
Figura n.º 2 – Objetivos da norma ISO 50001:2011.....	5
Figura n.º 3 – Desenvolvimento Sustentável (autoria própria).....	11
Figura n.º 4 – <i>Sustainable Development Goals</i>	15
Figura n.º 5 – Equilíbrio dinâmico (autoria própria).....	17
Figura n.º 6 - Uso da energia sem eficiência energética.....	31
Figura n.º 7 – Evolução do consumo final total de energia em 18 países membros da IEA decomposto em fatores entre 2001 e 2015.....	32
Figura n.º 8 – Consumo final total de energia mundial por combustível entre 1971 e 2014 (milhões de tonelada equivalente de petróleo).....	34
Figura n.º 9 – Composição do consumo final anual de energia mundial por combustível em 1973 e em 2014 (milhões de tonelada equivalente de petróleo).....	35
Figura n.º 10 - Consumo final total de energia mundial de carvão entre 1971 e 2014 por sector de atividade (milhões de tonelada equivalente de petróleo).....	36
Figura n.º 11 - Consumo final total de energia mundial de petróleo entre 1971 e 2014 por sector de atividade (milhões de tonelada equivalente de petróleo).....	36
Figura n.º 12 - Consumo final total de energia mundial de gás natural entre 1971 e 2014 por sector de atividade (milhões de tonelada equivalente de petróleo).....	37
Figura n.º 13 - Consumo final total de energia mundial de eletricidade entre 1971 e 2014 por sector de atividade (milhões de tonelada equivalente de petróleo).....	37
Figura n.º 14 – Os múltiplos benefícios das melhorias da eficiência energética.....	41
Figura n.º 15 – Emissões de gases de efeito de estufa evitadas pelas melhorias na eficiência energética nos países membros da <i>International Energy Agency</i> , 2000-2015.....	42
Figura n.º 16 – <i>Framework of an integrative energy management</i>	50
Figura n.º 17 – História do desenvolvimento de normas de sistemas de gestão de energia.....	53
Figura n.º 18 – Representação conceptual do desempenho energético.....	57
Figura n.º 19 – Diagrama conceptual do processo de planeamento energético.....	59
Figura n.º 20 – Requisitos da norma ISO 50001:2011 e ciclo de melhoria contínua.....	66
Figura n.º 21 – Conceitos do contexto, eficiência energética, gestão de energia, sistema de gestão de energia e ISO 50001.....	76
Figura n.º 22 – Objetivos da norma ISO 50001:2011.....	82
Figura n.º 23 – Redução de custos contínua dum sistema de gestão de energia.....	86
Figura n.º 24 – Objetivos da norma ISO 50001:2011.....	90
Figura n.º 25 – Melhoria do desempenho energético, incluindo a eficiência energética, uso e consumo de energia.....	91
Figura n.º 26 – Redução dos custos de energia anuais.....	92
Figura n.º 27 - Três aspetos da eficiência energética na gestão energética para o desenvolvimento sustentável...96	96
Figura n.º 28 – Origem geográfica das respostas recebidas ao inquérito.....	108
Figura n.º 29 – Melhoria n.º 1 – resultados da concordância.....	112
Figura n.º 30 – Melhoria n.º 1 – resultados da importância.....	112
Figura n.º 31 – Melhoria n.º 2 – resultados da concordância.....	115
Figura n.º 32 – Melhoria n.º 2 – resultados da importância.....	115
Figura n.º 33 – Melhoria n.º 3 – resultados da concordância.....	118
Figura n.º 34 – Melhoria n.º 3 – resultados da importância.....	118
Figura n.º 35 – Melhoria n.º 4 – resultados da concordância.....	121
Figura n.º 36 – Melhoria n.º 4 – resultados da importância.....	121
Figura n.º 37 – Melhoria n.º 5 – resultados da concordância.....	123
Figura n.º 38 – Melhoria n.º 5 – resultados da importância.....	124
Figura n.º 39 – Melhoria n.º 6 – resultados da concordância.....	126
Figura n.º 40 – Melhoria n.º 6 – resultados da importância.....	126

Índice de tabelas

Tabela n.º 1 – Sector industrial da atividade económica – ISIC (United Nations - Department of Economic and Social Affairs - Statistics Division, 2008)	38
Tabela n.º 2 – Grupo manufatura da classificação ISIC (United Nations - Department of Economic and Social Affairs - Statistics Division, 2008)	39
Tabela n.º 3 – Certificações ISO 50001 no final de 2015.....	55
Tabela n.º 4 – Benefícios da implementação da ISO 50001:2011.....	70
Tabela n.º 5 - Referências bibliográficas dos benefícios da ISO 50001:2011.	70
Tabela n.º 6 – Barreiras e obstáculos na implementação dos sistemas de gestão de energia.....	73
Tabela n.º 7 - Referências bibliográficas das barreiras e obstáculos dos sistemas de gestão de energia.	74
Tabela n.º 8 – Requisitos mínimos de estabelecer e operar a gestão energética (Schulze, Nehler, Ottosson, & Thollander, 2016).....	77
Tabela n.º 9 – Inclusão de requisitos de gestão energética na norma ISO 50001:2011.	78
Tabela n.º 10 – Sistema de gestão de energia ideal.....	80
Tabela n.º 11 – Rentabilização dos custos de investimento (<i>Return on Investment</i>).....	85
Tabela n.º 12 – Modelo de gestão energética para o desenvolvimento sustentável e estratégia de gestão do risco energético.	97
Tabela n.º 13 - Modelo de gestão energética para o desenvolvimento sustentável e desenvolvimento de tecnologias de eficiência energética.....	97
Tabela n.º 14 - Modelo de gestão energética para o desenvolvimento sustentável e acompanhamento de desenvolvimentos de técnicas de eficiência energética.....	98
Tabela n.º 15 - Modelo de gestão energética para o desenvolvimento sustentável e redução dos impactes ambientais relacionados com a utilização da energia.	98
Tabela n.º 16 – Relacionamento e contributo das lacunas da ISO 50001:2011 com as metas do objetivo n.º 7. ...	100
Tabela n.º 17 - Possíveis melhorias ao conteúdo da norma ISO 50001:2011.....	106
Tabela n.º 18 – Enquadramento da população e da amostra.....	107
Tabela n.º 19 – Respostas obtidas por grupo de peritos	110
Tabela n.º 20 – Melhoria n.º 1 – Resultados da concordância.....	111
Tabela n.º 21 – Melhoria n.º 1 – Resultados da importância.	111
Tabela n.º 22 – Melhoria n.º 1 - Combinações de níveis de concordância positivos com níveis de importância mais elevados.....	113
Tabela n.º 23 – Melhoria n.º 1 - Combinações de níveis de concordância negativos com níveis de importância menores.....	113
Tabela n.º 24 – Amostra de comentários registados e relevantes dos peritos sobre a melhoria n.º 1.....	113
Tabela n.º 25 – Melhoria n.º 2 – Resultados da concordância.....	114
Tabela n.º 26 – Melhoria n.º 2 – Resultados da importância.	114
Tabela n.º 27 – Melhoria n.º 2 - Combinações de níveis de concordância positivos com níveis de importância mais elevados.....	115
Tabela n.º 28 – Melhoria n.º 2 - Combinações de níveis de concordância negativos com níveis de importância menores.....	116
Tabela n.º 29 – Amostra de comentários registados e relevantes dos peritos sobre a melhoria n.º 2.....	117
Tabela n.º 30 – Melhoria n.º 3 – Resultados da concordância.....	117
Tabela n.º 31 – Melhoria n.º 3 – Resultados da importância.	118
Tabela n.º 32 – Melhoria n.º 3 - Combinações de níveis de concordância positivos com níveis de importância mais elevados.....	119
Tabela n.º 33 – Melhoria n.º 3 - Combinações de níveis de concordância negativos com níveis de importância menores.....	119
Tabela n.º 34 – Amostra de comentários registados e relevantes dos peritos sobre a melhoria n.º 3.....	120
Tabela n.º 35 – Melhoria n.º 4 – Resultados da concordância.....	120
Tabela n.º 36 – Melhoria n.º 4 – Resultados da importância.	120
Tabela n.º 37 – Melhoria n.º 4 - Combinações de níveis de concordância positivos com níveis de importância mais elevados.....	122

Tabela n.º 38 – Melhoria n.º 4 - Combinações de níveis de concordância negativos com níveis de importância menores.....	122
Tabela n.º 39 – Melhoria n.º 5 – Resultados da concordância.....	123
Tabela n.º 40 – Melhoria n.º 5 – Resultados da importância.	123
Tabela n.º 41 – Melhoria n.º 5 - Combinações de níveis de concordância positivos com níveis de importância mais elevados.....	124
Tabela n.º 42 – Melhoria n.º 5 - Combinações de níveis de concordância negativos com níveis de importância menores.	124
Tabela n.º 43 – Melhoria n.º 6 – Resultados da concordância.....	125
Tabela n.º 44 – Melhoria n.º 6 – Resultados da importância.	125
Tabela n.º 45 – Melhoria n.º 6 - Combinações de níveis de concordância positivos com níveis de importância mais elevados.....	126
Tabela n.º 46 – Melhoria n.º 6 - Combinações de níveis de concordância negativos com níveis de importância menores.	127
Tabela n.º 47 – Níveis de concordância e importância de todas as melhorias.....	143
Tabela n.º 48 – Comentários globais registados e relevantes dos peritos.	145
Tabela n.º 49 – Lista de anexos.	156

Lista de siglas e abreviaturas

- B-ON – Base de dados de publicações e artigos científicos
- BREF – Reference Document on Best Available Techniques
- EnPI – Energy performance indicator
- EUR – Euro
- IDE - Indicador de desempenho energético
- ISIC – International Standard Industrial Classification of All Economic Activities
- ISO – International Organisation for Standardisation
- LRQA - Lloyd’s Register Quality Assurance
- OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento da Europa
- ONU – Organização das Nações Unidas
- PDCA - Plan-Do-Check-Act
- PIB – Produto interno bruto
- SGE – Sistema de gestão de energia
- TC 301 – Comité Técnico 301 da International Organisation for Standardisation
- UE – União Europeia
- USD – Dólar americano

1 – Introdução e metodologia

1.1 – Introdução

Estabeleceu-se como objetivos para este trabalho final de mestrado:

- a) Analisar o sistema de gestão de energia (SGE) descrito na ISO 50001:2011 em termos de implementação e eficácia, em ambiente industrial.
- b) Identificar e discutir lacunas na ISO 50001:2011 em termos de gestão energética para o desenvolvimento sustentável, na atividade industrial.
- c) Propor possíveis melhorias para a ISO 50001:2011 em termos de gestão energética para o desenvolvimento sustentável e validá-las através da opinião de peritos.

De modo a atingir estes objetivos, foi selecionado o método de investigação quantitativa e descritiva (Fortin, Côté, & Filion, 2006), para o qual foram estabelecidas as seguintes hipóteses de investigação:

Hipótese n.º 1 - A implementação da ISO 50001 é eficaz relativamente ao objetivo enunciado de melhorar o desempenho energético, incluindo a eficiência energética, uso e consumo de energia.

Hipótese n.º 2 - A implementação da ISO 50001 é eficaz relativamente ao objetivo enunciado de redução dos custos de energia.

Hipótese n.º 3 - A implementação da ISO 50001 não é eficaz relativamente ao objetivo enunciado de redução das emissões de gases de efeito de estufa e de outros impactes ambientais relacionados.

Hipótese n.º 4 – A norma ISO 50001 tem lacunas em termos de gestão energética para o desenvolvimento sustentável.

Hipótese n.º 5 – As propostas de melhoria selecionadas contribuem positivamente para a evolução da ISO 50001 em termos de gestão energética para o desenvolvimento sustentável.

1.2 - Metodologia de investigação

Para concretizar a avaliação e demonstração destas cinco hipóteses de investigação, foram definidos e exploradas três fases de investigação (conceptual, metodológica e empírica) com os seguintes caminhos de trabalho:

Metodologia de Investigação

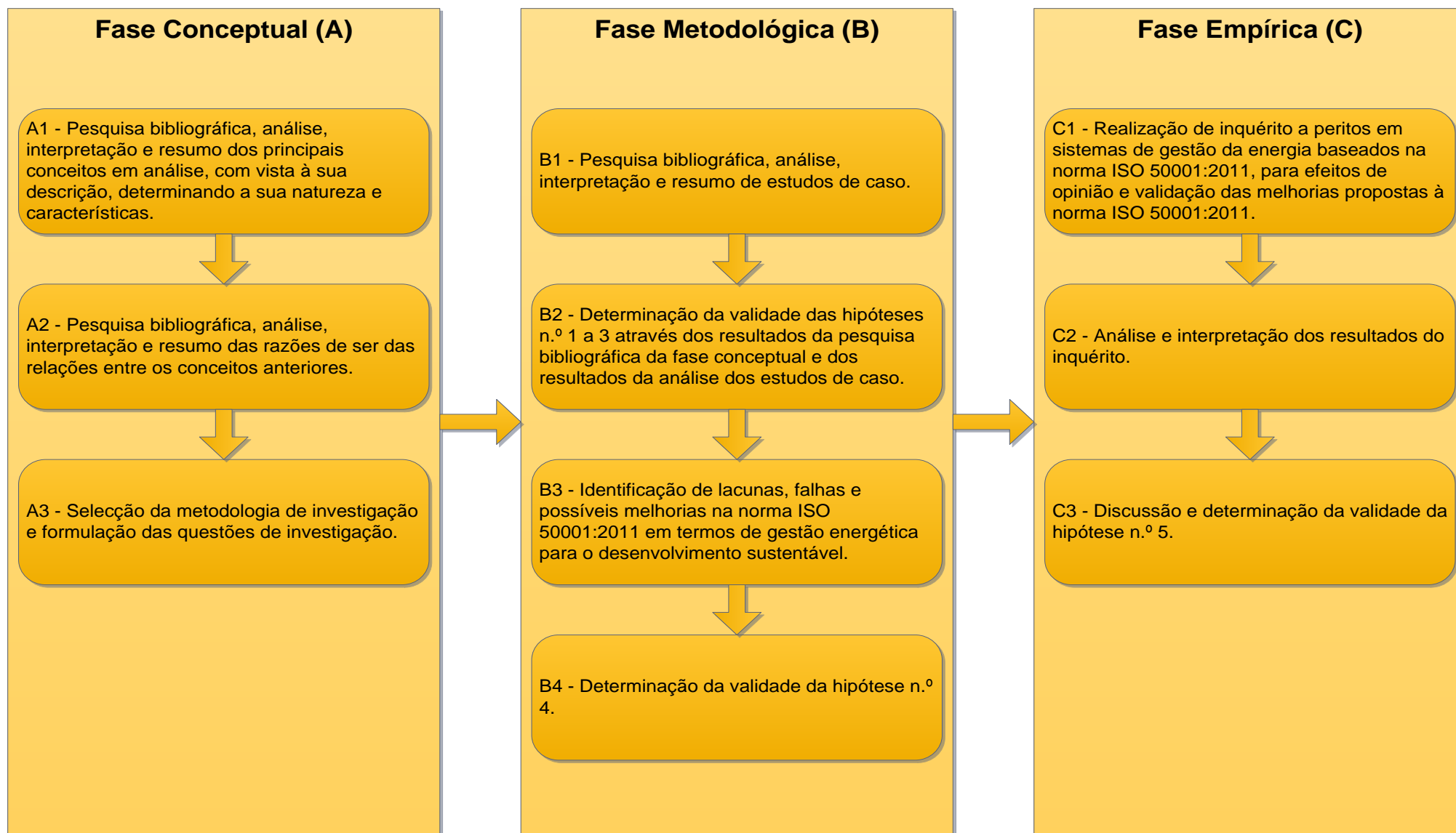


Figura n.º 1 – Diagrama da metodologia de investigação

1.2.1 - Fase conceptual

Nesta fase conceptual deste trabalho final de mestrado, conforme indicado no diagrama da metodologia de investigação acima, foram consideradas 3 etapas:

A1 - Pesquisa bibliográfica, análise, interpretação e resumo dos principais conceitos em análise, com vista à sua descrição, determinando a sua natureza e características (Fortin, Côté, & Fillion, 2006).

A2 - Pesquisa bibliográfica, análise, interpretação e resumo das razões de ser das relações entre os conceitos anteriores (Fortin, Côté, & Fillion, 2006).

A3 – Seleção da metodologia de investigação e formulação das questões de investigação (Fortin, Côté, & Fillion, 2006).

Foram identificados como relevantes os seguintes conceitos gerais ou de base:

- Desenvolvimento sustentável.
- Eficiência energética.
- Gestão energética no sector industrial.
- Sistemas de gestão de energia no sector industrial.

Estes são descritos em detalhe em capítulos específicos e individuais deste trabalho, através duma pesquisa bibliográfica alargada, usando como fonte de pesquisa primordial a base de dados de artigos B-ON, privilegiando a obtenção de artigos científicos revistos pelos pares (*peer reviewed*), em revistas e jornais periódicos com relevância para os assuntos em estudo e utilizando frases de pesquisa em português e em inglês.

No tocante ao capítulo sobre o desenvolvimento sustentável, é explorado o conceito de desenvolvimento sustentável numa perspetiva histórica e atual, descrevendo as suas principais características. São também analisadas as várias correntes de pensamento atual sobre o desenvolvimento sustentável, nomeadamente sustentabilidade fraca, forte, biocentrada e antropocentrada, sendo também analisada a interligação entre energia e desenvolvimento sustentável.

Em termos do capítulo de eficiência energética, explora-se o conceito de eficiência energética com a sua implementação atual, descrevendo também as suas principais características, incluindo uma breve análise sobre o consumo energético mundial. Analisa-se em seguida o

impacte da eficiência energética no desenvolvimento sustentável e também a interação e o impacte do desenvolvimento tecnológico na eficiência energética.

Prossegue-se depois para a análise detalhada da gestão energética no sector industrial, compilando e sistematizando os principais conceitos e trabalhos científicos, com vista à sua utilização posterior no âmbito dos sistemas de gestão de energia, identificando as características dum sistema de gestão de energia ideal.

Procede-se em seguida, à análise dos sistemas de gestão de energia no sector industrial, através da compilação e sistematização dos principais conceitos e trabalhos científicos nesta área, descrevendo-se em seguida o conteúdo da norma internacional ISO 50001:2011 e compilam-se as motivações, benefícios, barreiras e obstáculos decorrentes da implementação de sistemas de gestão de energia.

1.2.2 - Fase metodológica

Para esta fase metodológica são aplicáveis as seguintes etapas:

B1 – Pesquisa bibliográfica, análise, interpretação e resumo de estudos de caso.

B2 – Determinação da validade das hipóteses n.º 1 a 3 através dos resultados da pesquisa bibliográfica da fase conceptual e dos resultados da análise dos estudos de caso.

B3 - Identificação de lacunas, falhas e possíveis melhorias na norma ISO 50001:2011 em termos de gestão energética para o desenvolvimento sustentável.

B4 – Determinação da validade da hipótese n.º 4.

Foi realizada uma análise comparativa entre gestão energética e sistemas de gestão de energia, através do estudo dos elementos recomendados em artigos científicos de referência e no documento de referência das melhores técnicas possíveis para a eficiência energética da Comissão Europeia (European Commission, 2009) sobre o conteúdo dum sistema de gestão de energia para posterior comparação com os requisitos da ISO 50001:2011, identificando assim algumas lacunas nesta norma internacional.

Em sequência, partindo dos objetivos fundamentais da ISO 50001:2011, procurou-se avaliar a capacidade desta norma internacional de atingir os objetivos a que se propõe na sua introdução (International Organisation for Standardisation, 2012) e do seu eventual contributo para a eficiência energética. Estes objetivos são:

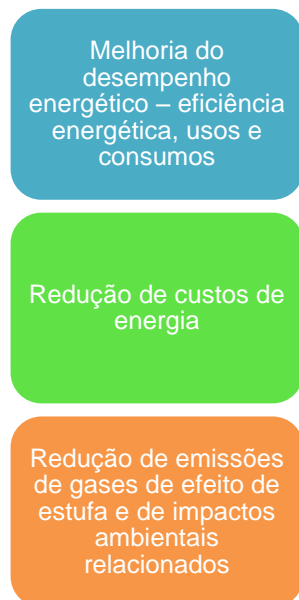


Figura n.º 2 – Objetivos da norma ISO 50001:2011.

É assim realizada a análise das hipóteses de investigação n.º 1, n.º 2 e n.º 3, avaliando a implementação da norma ISO 50001:2011 em termos de benefícios e resultados e a sua eficácia relativamente aos objetivos indicados acima, através da pesquisa bibliográfica, análise, interpretação e compilação de artigos científicos.

De modo a obter informação adicional sobre a melhoria do desempenho energético, incluindo a eficiência energética, uso e consumo de energia, com a implementação de sistemas de gestão de energia baseados na norma ISO 50001:2011, foi realizada uma compilação e posterior análise, de estudos de caso disponíveis de empresas do sector industrial, com certificação ISO 50001:2011, que contenham informação sobre o desempenho energético da empresa, incluindo usos e consumos de energia e que tenham sido emitidos por uma entidade independente, ou contendo informação validada por uma entidade independente da empresa analisada.

Foi então determinada a validade das hipóteses n.º 1 a 3, através dum duplo critério de avaliação composto pelas conclusões da pesquisa bibliográfica da fase conceptual e pelos resultados obtidos com a análise dos estudos de caso.

Nesta fase metodológica, considerando os conceitos de eficiência energética, desenvolvimento sustentável, gestão energética e sistema de gestão de energia no sector de atividade industrial, foram selecionados requisitos de gestão energética para posterior análise e eventual proposta de alterações da norma internacional ISO 50001:2011.

Para a definição das potenciais melhorias, foram considerados os objetivos não atingidos da norma ISO 50001:2011 que foram evidenciados anteriormente. Foram também considerados os resultados da avaliação da implementação da norma ISO 50001:2011 em termos de benefícios e resultados, que foi realizada através da pesquisa bibliográfica, análise, interpretação e compilação de artigos científicos.

Ainda nesta fase metodológica, fruto de pesquisa bibliográfica, análise, interpretação e resumo, analisa-se as barreiras e obstáculos da implementação de sistemas de gestão de energia, de modo a poder identificar eventuais melhorias necessárias na ISO 50001:2011.

Após esta identificação de potenciais melhorias, aplica-se outro duplo critério de avaliação com vista a determinar a relevância destas potenciais melhorias em termos de gestão energética para o desenvolvimento sustentável. Este duplo critério de avaliação é composto pelos seguintes elementos:

Critério n.º 1 – Os três aspetos da eficiência energética na gestão energética para o desenvolvimento sustentável (Lee K.-H. , 2015).

Critério n.º 2 – O objetivo n.º 7 dos objetivos de desenvolvimento sustentável da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas - assegurar acesso a energia moderna, sustentável, fiável e com um preço acessível (United Nations a, 2015).

Através da análise individual de cada melhoria potencial no tocante ao seu enquadramento com este duplo critério, avalia-se a existência duma relação direta e positiva entre a melhoria proposta e os critérios indicados acima e conclui-se com a definição de seis possíveis melhorias na norma ISO 50001:2011, através de um enquadramento das mesmas no conjunto de requisitos da norma. Discute-se assim a 4ª hipótese acima enunciada.

1.2.3 - Fase empírica

Já no tocante à fase empírica, consideram-se 3 etapas:

C1 – Realização de inquérito a peritos em sistemas de gestão de energia baseados na norma ISO 50001:2011, para efeitos de opinião e validação das melhorias propostas à norma ISO 50001:2011.

C2 – Análise e interpretação dos resultados do inquérito.

C3 – Discussão e determinação da validade da hipótese n.º 5.

De modo a poder submeter as melhorias indicadas anteriormente, ao conteúdo da norma ISO 50001:2011, para análise pelos peritos em sistemas de gestão de energia, realizou-se um inquérito *on-line* com o objetivo de recolha de opinião fundamentada e investigação da validade destas melhorias.

Determinou-se assim a validade da hipótese de investigação n.º 5:

As propostas de melhoria selecionadas contribuem positivamente para a evolução da ISO 50001 em termos de gestão energética para o desenvolvimento sustentável.

Optou-se então pelo seguinte desenho de inquérito - investigação descritiva capaz de recolher as opiniões fundamentadas dos peritos sobre as melhorias propostas, para depois poder examinar relações de associação ou de casualidade, comportando uma amostra de tamanho apropriado e métodos de colheita de dados fiéis e válidos (Fortin, Côté, & Fillion, 2006).

Foram identificados peritos em sistemas de gestão de energia e agrupados nas seguintes categorias:

1 - Especialistas em gestão energética em ambiente industrial com artigos científicos relevantes publicados e revistos pelos pares.

2 - Auditores externos de certificação ISO 50001:2011 com competências na área industrial e especialistas em sistemas de gestão de energia membros do Comité Técnico 301 da *International Organisation for Standardisation*.

3 - Gestores de sistemas de gestão de energia ISO 50001:2011 de empresas industriais e consultores de sistemas de gestão de energia.

Foi então realizado um inquérito *on-line* sobre a concordância com as seis melhorias propostas e a respetiva importância, com ajuda do *software Google Forms*, durante o período de 23-11-2016 a 7-4-2017, tendo sido obtidas 146 respostas, com vista à discussão e determinação da validade da hipótese n.º 5.

De modo a poder tornar mais clara esta complexa metodologia de investigação, foi desenvolvido um fluxograma que se encontra no anexo n.º 1.

2 - Desenvolvimento Sustentável

2.1 – Conceito inicial de desenvolvimento sustentável

O nível de desenvolvimento a que a nossa sociedade chegou não é compatível com as necessidades de recursos para a manter. É praticamente aceite o facto dos recursos naturais atualmente existentes na Terra não serem suficientes a médio e longo prazo para sustentar a população humana (Brundtland, 1987).

Esta questão, não sendo nova tem vindo a ganhar relevo e espaço na discussão sobre as sociedades e sobre os modos de vida insustentáveis. Foram estabelecidos vários grupos de discussão a nível informal ou formal sobre este assunto com variados níveis de profundidade, análise técnica e reconhecimento. De todos estes *fora* de discussão, destaca-se o Relatório Brundtland (Brundtland, 1987), ou seja, o relatório apresentado à Assembleia Geral das Nações Unidas em 4-8-1997 pela *World Commission on Environment and Development* especificamente formada para o efeito, constituída por peritos de variados sectores e oriundos de todo o mundo, sob a liderança da Sra. Gro Harlem Brundtland, na altura primeiro ministro da Noruega. Este relatório teve como objetivos (Brundtland, 1987):

- “- Propor estratégias ambientais de longo prazo para atingir um desenvolvimento sustentável no ano 2000 e após.
- Recomendar caminhos para que as preocupações ambientais possam ser traduzidas em maior cooperação entre os países em desenvolvimento e entre os países em diferentes estágios de desenvolvimento económico e social e levar ao cumprimento de objetivos comuns e mutuamente suportados que levam em conta as inter-relações entre pessoas, recursos, ambiente e desenvolvimento.
- Considerar caminhos e meios através dos quais a comunidade internacional pode lidar mais eficazmente com as preocupações ambientais, e
- Ajudar a definir perceções partilhadas das questões ambientais de longo prazo e os esforços apropriados necessários para lidar com sucesso com os problemas de proteção e melhoria do ambiente, numa agenda de longo prazo para ação nas próximas décadas, contendo objetivos inspiradores para a comunidade mundial.”¹

¹ - Tradução própria.

Com o sugestivo título de *Our Common Future*, este relatório definiu sistematicamente o conceito de desenvolvimento sustentável como sendo o desenvolvimento que procura satisfazer as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades².

Na sua versão original:

“Sustainable development is development that meets the needs of the present, without compromising the ability of future generations to meet their own needs”. (Brundtland, 1987)

Defende que a humanidade tem nas suas mãos a capacidade de tornar o desenvolvimento sustentável para assegurar que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer as do futuro. Para isso, têm de ser estabelecidos limites aos usos ambientais em função da organização da sociedade e da tecnologia disponível de modo a que a biosfera possa assimilar os impactes causados pelo homem e regenerar-se em tempo útil. No entanto, satisfazer as necessidades atuais implica crescimento económico e a redução das diferenças entre as frações da população mais pobres e as mais ricas, assegurando para as mais pobres uma fatia razoável ou justa dos recursos disponíveis (Brundtland, 1987).

Por outro lado, um estilo de vida que consuma demasiados recursos, por exemplo, energéticos, também não deve servir de padrão para o desenvolvimento das frações mais pobres. Torna-se então evidente que o conceito de desenvolvimento sustentável pode também servir para a definição dum estilo de vida mais consentâneo com a capacidade produtiva da biosfera. Importa também referir, que, provavelmente, o maior fator de pressão sobre o desenvolvimento sustentável seja o constante aumento da população humana à face da Terra que necessita de recursos para se poder concretizar, prejudicando seriamente a viabilidade do estilo de vida mais sustentável referido anteriormente. De facto sem uma população e um estilo de vida harmonizável com a biosfera não é possível equacionar seriamente este conceito de desenvolvimento sustentável. (Brundtland, 1987).

Em resumo, este conceito de desenvolvimento sustentável não deve ser equacionado como um equilíbrio estático ou uma harmonia perfeitamente definida, mas sim como um equilíbrio dinâmico entre (Brundtland, 1987):

- 1 - A capacidade produtiva da biosfera.
- 2 – O desenvolvimento económico.
- 3 – O crescimento populacional.

² - Tradução própria

4 – O estilo de vida.

5 – A tecnologia disponível.



Figura n.º 3 – Desenvolvimento Sustentável (autoria própria)

O conceito de desenvolvimento sustentável pode ser interpretado ou aplicado de muitas formas diferentes, mas na sua base deve ser considerado como uma aproximação sistemática ao desenvolvimento que procura um equilíbrio entre necessidades diferentes, que por vezes competem entre si, de desenvolvimento ambiental, social e económico da nossa sociedade. É notória a tendência para satisfazer necessidades pontuais e individuais na vida em sociedade, sem haver uma real consideração sobre os impactes noutras disciplinas ou até em termos futuros. Os exemplos desta prática são inúmeros desde a crise financeira global de 2008 até à nossa dependência dos combustíveis fósseis que conduz às alterações climáticas (Brundtland, 1987), (United Nations 47th General Assembly, 1992), (European Sustainable Development Network (ESDN), 2016).

É assim fácil de depreender que, quanto mais tempo durar esta tendência de satisfação de necessidades individuais sem considerar um quadro global, mais e maiores serão as consequências dos impactes negativos gerados. Aplicando este princípio de múltiplas interações que caracterizam qualquer sistema complexo como a Terra em que vivemos, o desenvolvimento sustentável não pode somente ser considerado como ambiental. É também

fundamentalmente baseado na existência duma sociedade forte, justa e saudável, o que implica preencher os diversos requisitos de todas as pessoas nas comunidades atuais e futuras, promovendo bem-estar pessoal, coesão e inclusão social e criando iguais oportunidades (Brundtland, 1987), (United Nations 47th General Assembly, 1992), (European Sustainable Development Network (ESDN), 2016).

2.2 – O caminho percorrido pelo conceito de desenvolvimento sustentável

O desafio do Relatório Brundtland era a investigação das numerosas preocupações das décadas anteriores sobre os limites do crescimento da atividade humana, os impactes profundamente negativos em termos ambientais já evidentes e o caminho a seguir para resolver estas questões. Os impactes ambientais negativos gerados pela atividade industrial foram inicialmente interpretados como sendo questões localizadas de poluição da atmosfera, da água e dos solos. A expansão industrial que sucedeu à segunda guerra mundial ocorreu sem preocupações relevantes de carácter ambiental, provocando um inevitável aumento rápido da poluição, simbolizado por vários acontecimentos marcantes (Brundtland, 1987):

- Smog de Los Angeles.
- A morte do Lago Erie na América do Norte.
- A poluição dos rios Meuse, Elba e Reno na Europa Central.
- O envenenamento por mercúrio em Minamata no Japão.

Foi com este enquadramento que no final da década de 60 do século XX, o Clube de Roma foi fundado com o objectivo de discussão do dilema do pensamento económico de curto prazo com um foco particular no consumo de recursos naturais num mundo cada vez mais interdependente. Foi assim publicado em 1972 o relatório *The Limits to Growth*, que explorou vários cenários e apresentou as escolhas possíveis para que a sociedade pudesse reconciliar o progresso sustentável com as restrições ambientais (Club of Rome, 2016).

Também neste ano de 1972 foi realizada a conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano em Estocolmo, tendo sido objecto de acordo pela comunidade internacional que as questões do ambiente e do desenvolvimento, até aqui analisadas e estudadas em separado poderiam ser trabalhadas em conjunto de modo simbiótico, ou seja, benéfico para ambas (United Nations 47th General Assembly, 1992).

A década de 80 do século XX foi marcada por um claro retrocesso nas políticas sociais mas por outro lado, o sector científico revelou 3 problemas ambientais graves – alterações

climáticas, a depleção da camada de ozono e a expansão das áreas desertificadas. Foi então tornado claro que a degradação ambiental, vista somente como um problema das nações industrializadas, era uma questão de sobrevivência também para os países em vias de desenvolvimento. Alguns dos fatores de desenvolvimento destes problemas ambientais são o desenvolvimento desigual, a pobreza generalizada e o crescimento populacional. Qualquer um destes colocou uma enorme pressão sobre os solos, as águas, as florestas e outros recursos naturais que por sua vez causou ainda mais degradação ambiental, pobreza e aumento das tensões sociais. Era portanto necessário conseguir um desenvolvimento económico que fosse social e ambientalmente sustentável (Brundtland, 1987), (United Nations 47th General Assembly, 1992).

Esta interligação em espiral contínua entre estes três temas – ambiente, economia e social – concretiza-se na derivação do desenvolvimento sustentável. No início do século XX, nem a população existente nem a tecnologia tinham o poder de mudar radicalmente os sistemas ecológicos a nível planetário. No final deste século, não só houve um aumento exponencial da população mas também a aplicação dos avanços tecnológicos causaram inúmeros efeitos na atmosfera, nos solos, na água, na biodiversidade e na sua inter-relação, mudando radicalmente o equilíbrio da biosfera. Esta mudança radical ocorreu a uma velocidade muito superior à da investigação tecnológica, limitando fortemente a compreensão destes impactes e a sua mitigação ou reversão (Brundtland, 1987) (United Nations Conference on Environment and Development, 1992).

Reconhecendo todo este enquadramento, a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro entre 3 e 14 de Junho de 1992, reafirmou o pensamento conceptual da Declaração da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano (Estocolmo 1972), desenvolveu e expandiu o Relatório Brundtland, tendo finalmente reconhecido o desenvolvimento sustentável como sendo um desafio mundial inadiável (United Nations Conference on Environment and Development, 1992).

O conceito de desenvolvimento sustentável enunciado anteriormente constituiu a base desta conferência, tentando conceber e implementar estratégias e planos de ação para um desenvolvimento que incorpore um padrão mais sustentável. Contou com uma representação internacional muito alargada com mais de cem dirigentes nacionais, representantes de cento e setenta e oito governos e inúmeros representantes de organizações não-governamentais (United Nations 47th General Assembly, 1992).

Mais recentemente, em agosto e setembro de 2002 realizou-se em Joanesburgo a Cimeira Mundial do Desenvolvimento Sustentável que procedeu ao desenvolvimento e implementação de políticas, iniciativas e compromissos de desenvolvimento sustentável nomeadamente nos campos do consumo sustentável, da produção sustentável, água e saneamento e energia (United Nations c, 2015).

Em setembro de 2000, os líderes mundiais comprometeram-se com os oito *Millennium Development Goals* cujo prazo de implementação finalizou em 2015. Estes objetivos de desenvolvimento do milénio iam desde a redução a metade da pobreza extrema, à paragem da disseminação da síndrome da imunodeficiência adquirida (SIDA) e até à educação primária universal. Foram realizados progressos notáveis mas ficou a faltar muito trabalho para se atingir esses objetivos (United Nations c, 2015), (United Nations b, 2015).

Uma referência deve ser feita ao Protocolo de Kyoto, ou seja, ao acordo internacional que foi adotado em 11 de dezembro de 1997 e que entrou em vigor em 16 de fevereiro de 2005 que estabeleceu pela primeira vez metas de redução de emissões de gases de efeito de estufa, a nível internacional (United Nations d, 2017).

Um sinal positivo foi recebido recentemente de Paris com o acordo global de mitigação das alterações climáticas no âmbito da *Conference Of the Parties n.º 21 (COP21)*, que desenhou um enquadramento mundial de compromissos voluntários e iniciativas sectoriais para conseguir reduzir o aumento da temperatura global da Terra em 2 °C (United Nations - Conference of the Parties, 2015).

Outro passo importante foi dado em Setembro de 2015 com a aprovação pela Organização das Nações Unidas dos *Sustainable Development Goals*, transpostos para o documento “*Transforming Our World – The 2030 Agenda for Sustainable Development*” (United Nations a, 2015).

Neste documento, os chefes de estado comprometem-se a estabelecer uma agenda e um plano de ação para as pessoas, para o planeta e para a prosperidade. Enuncia o desejo de contribuir para o fortalecimento da paz universal e uma maior liberdade, reconhecendo que a erradicação da pobreza em todas as suas formas é o principal desafio global e um requisito indispensável para o desenvolvimento sustentável. (United Nations a, 2015).

Para este efeito, foram estabelecidos dezassete objetivos de desenvolvimento sustentável derivados em cento e sessenta e nove metas. Estes objetivos e estas metas procuram continuar o trabalho encetado com os *Millennium Development Goals*, completando o que estes não conseguiram atingir. Dirigem-se ao cumprimento dos direitos humanos para todos, à promoção da igualdade entre géneros e ao aumento de poderes das mulheres e raparigas, sendo considerados integrados e indivisíveis, balanceando as três dimensões da sustentabilidade – económica, social e ambiental e aplicando-se num horizonte temporal que acaba em 2030. (United Nations a, 2015) (Sachs, 2015).

Estes objetivos são:



Figura n.º 4 – Sustainable Development Goals (United Nations a, 2015)

Objetivo n.º 1 – Acabar com a pobreza em todas as suas formas em todo o mundo.

Objetivo n.º 2 – Acabar com a fome, assegurar segurança no acesso aos alimentos e melhorar a nutrição promovendo agricultura sustentável.

Objetivo n.º 3 – Assegurar vidas saudáveis e promover o bem-estar em todas as idades.

Objetivo n.º 4 – Assegurar educação inclusiva e de qualidade com oportunidades de aprendizagem ao longo de toda a vida para todos.

Objetivo n.º 5 – Atingir igualdade de género e dar poder a todas as mulheres e raparigas.

Objetivo n.º 6 – Assegurar disponibilidade e gestão sustentável da água e do saneamento para todos.

Objetivo n.º 7 – Assegurar acesso a energia moderna, sustentável, fiável e com um preço acessível.

Objetivo n.º 8 – Promover crescimento económico sustentável, inclusivo e suportado, emprego produtivo e a tempo inteiro e trabalho decente para todos.

Objetivo n.º 9 – Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização sustentável e inclusiva e a inovação.

Objetivo n.º 10 – Reduzir a iniquidade dentro e entre os países.

Objetivo n.º 11 – Tornar as cidades e povoações humanas inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis.

Objetivo n.º 12 – Assegurar padrões de consumo e produção sustentáveis.

Objetivo n.º 13 – Empreender ações urgentes para combater as alterações climáticas e os seus impactes.

Objetivo n.º 14 – Conservar e usar sustentavelmente os oceanos, mares e recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável.

Objetivo n.º 15 – Proteger, restaurar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir sustentavelmente as florestas, combater a desertificação, parar e reverter a degradação dos solos e parar a perda de biodiversidade.

Objetivo n.º 16 – Promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, providenciar acesso à justiça para todos e construir instituições efetivas, responsabilizáveis e inclusivas a todos os níveis.

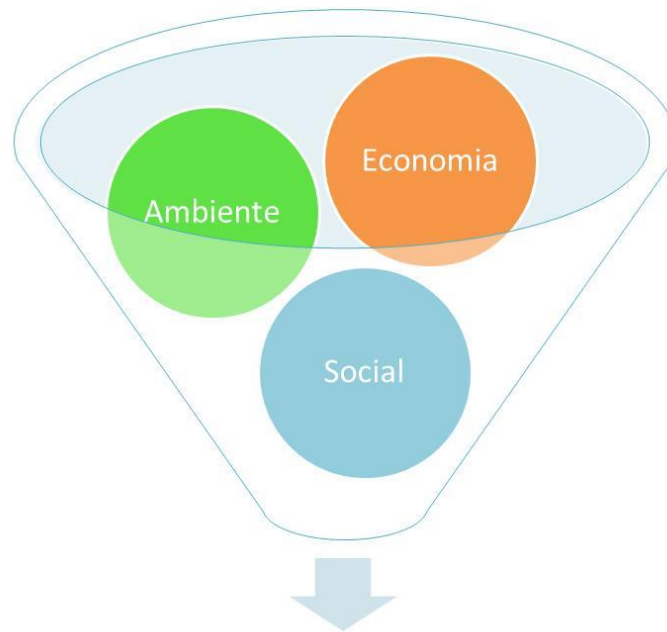
Objetivo n.º 17 – Reforçar os meios de implementação e revitalizar a Parceria Global para o Desenvolvimento Sustentável. (United Nations a, 2015) ³

Estes objetivos são enquadrados pelos propósitos e princípios da Carta das Nações Unidas incluindo o respeito total pela lei internacional incluindo a Declaração Universal dos Direitos do Homem. São reafirmados os princípios da Declaração do Rio sobre Ambiente e Desenvolvimento (United Nations 47th General Assembly, 1992) incluindo o princípio de responsabilidades comuns mas diferenciadas. Foi estabelecida a sua entrada em vigor para 1 de Janeiro de 2016 e pretende-se que oriente as decisões dos países nos próximos quinze anos a nível local, regional e global, levando em consideração as suas diversas realidades, capacidades e níveis de desenvolvimento (United Nations a, 2015).

2.3 – As interpretações atuais do conceito de desenvolvimento sustentável

Conforme referido anteriormente, o conceito de desenvolvimento sustentável é hoje consensualmente entendido como abrangendo várias disciplinas, mas assenta fundamentalmente num equilíbrio dinâmico entre a economia, o ambiente e as questões sociais.

³ - Tradução própria



Desenvolvimento Sustentável

Figura n.º 5 – Equilíbrio dinâmico (autoria própria)

De modo sintético, podemos enquadrar este conceito, nos seguintes termos:

- Em termos ambientais, entende-se a sustentabilidade ambiental como a capacidade de manter agora e no futuro os ecossistemas dos quais dependemos.
- Podemos também considerar que a sustentabilidade económica é a incorporação de valores sociais e ambientais nas decisões económicas.
- Por último, a sustentabilidade social refere-se ao desenvolvimento social nas suas componentes humanas e culturais.

Reconhecendo o facto que os termos desenvolvimento sustentável e sustentabilidade terem sido usados e interpretados de modo extremamente diverso em todos os sectores de atividade (DesJardins, 2016), desde a publicação do Relatório Brundtland há trinta anos, importa também rever as mais recentes evoluções do mesmo.

As correntes de pensamento atuais, sob um ponto de vista económico, diferenciam o conceito de capital natural – o conjunto das funções que o ambiente natural fornece ao homem e a si próprio (Anne D. Guerry, 2015), (Iacob & Popescu, 2015) ao qual deve ser dada proteção especial e argumentam sobre a sua substituição por outras formas de capital, com especial ênfase no capital produzido. Esta é a escolha e o debate atual sobre sustentabilidade fraca e forte (Dietz & Neumayer, 2007).

As abordagens económicas ao desenvolvimento sustentável colocam a questão no ponto de vista do bem-estar humano (utilidade), declarando que o desenvolvimento é sustentável se não diminui a capacidade de fornecer utilidades *per capita* infinitamente e sem decréscimo das mesmas. Esta capacidade de fornecer utilidades está conceptualmente inserida nas 4 formas de capital – produzido, natural, humano e social - e é conhecida como a abordagem do capital ao desenvolvimento sustentável (Dietz & Neumayer, 2007) ou como sustentabilidade fraca (Davies, 2013).

Podemos definir capital como sendo *stock that provides current and future utility*, ou seja, fornecimento de utilidades atuais e futuras, sendo o capital natural a totalidade da natureza (recursos, plantas e ecossistemas que podem ser colocados ao serviço humano) ou que são capaz de fornecer utilidades materiais e não materiais aos humanos (Davies, 2013).

O capital produzido, em contraste, inclui fábricas, máquinas e estradas enquanto que o capital humano diverge deste porque é visto como o “conhecimento” (Davies, 2013).

É nesta separação entre capital natural e capital produzido que se estabelece a diferença entre sustentabilidade forte e fraca. Na sua forma mais primária, consiste na razão entre o capital natural e o capital produzido entre gerações, assegurando que não diminui a capacidade de fornecer utilidades *per capita* infinitamente e sem decréscimo das mesmas (Davies, 2013), (Dietz & Neumayer, 2007), (DesJardins, 2016).

Concretizando, tanto na abordagem da sustentabilidade fraca como na sustentabilidade forte, o total de capital passado para a geração seguinte mantêm-se constante ou crescente, não se admitindo a sua diminuição. No caso da sustentabilidade fraca admite-se a redução do capital natural que é substituído pelo capital produzido. A sustentabilidade forte implica a manutenção do capital natural e o aumento do capital produzido com ênfase no capital humano (Davies, 2013) (Dietz & Neumayer, 2007), (DesJardins, 2016).

Um outro debate interessante sobre desenvolvimento sustentável, que deve aqui ser referido, ainda que não seja o objeto deste trabalho, é sobre a base ética ou o paradigma do conceito de desenvolvimento sustentável (Sneddon, Howarth, & Norgaard, 2006), (Platon & Constantinescu, 2014), (Carvalho, Sobrinho, & Ramires, 2015), (DesJardins, 2016).

Nestes trabalhos científicos discute-se a fundação ética do conceito de desenvolvimento sustentável enunciado por Brundtland (Brundtland, 1987) e a sua validade atual, considerando que o desenvolvimento sustentável é desenvolvimento das pessoas para as pessoas e que se deve substituir o conceito original de crescimento económico sustentável com o de desenvolvimento humano sustentável. Esta necessidade é justificada pelo facto do conceito original de desenvolvimento sustentável se focar exclusivamente na obtenção de rendimento, enquanto que o conceito de desenvolvimento humano sustentável requer a consolidação de todas as oportunidades económicas, sociais, culturais e políticas (Platon & Constantinescu, 2014), (Sneddon, Howarth, & Norgaard, 2006).

Para finalizar, deve também ser referida a reinterpretação do conceito original de sustentabilidade (Brundtland, 1987) sobre o desenvolvimento sustentável biocentrado (Marconatto, Trevisan, Pedrozo, Saggin, & Zonin, 2013), (Gupta & Vegelin, 2016), (Iacob & Popescu, 2015), (Sneddon, Howarth, & Norgaard, 2006) e o desenvolvimento sustentável antropocentrado (Marconatto, Trevisan, Pedrozo, Saggin, & Zonin, 2013), (Gupta & Vegelin, 2016), (Iacob & Popescu, 2015).

Entende-se por desenvolvimento sustentável biocentrado a perspetiva adotada quanto à relação do homem (e aos seus sistemas técnicos, económicos e sociais) com a natureza, colocando esta em primazia sobre o homem. Pretende-se assim dar prioridade à preservação dos recursos naturais em detrimento dos sistemas socioeconómicos, com a premissa fundamental de que a natureza é detentora de direitos, se não maiores, ao menos iguais aos dos homens. Ou seja, o meio ambiente, personificado na ideia de Gaia – um corpo vivo, autorregulado e capaz de reagir a choques externos, como os causados pelo homem, envolve a humanidade, que dele depende, tornando-a apenas um elemento a mais do ecossistema global (Marconatto, Trevisan, Pedrozo, Saggin, & Zonin, 2013), (Gupta & Vegelin, 2016), (Iacob & Popescu, 2015). Estamos assim perante uma perspetiva de sustentabilidade forte.

Já no tocante ao desenvolvimento sustentável antropocentrado, a perspetiva da relação do homem com a natureza reconhece a primazia do homem, numa visão antropocêntrica, movida pela perceção de que a natureza existe para servir o homem e de que o crescimento dos mercados e o desenvolvimento tecnológico são suficientes para garantir o desenvolvimento sustentável (Marconatto, Trevisan, Pedrozo, Saggin, & Zonin, 2013), (Iacob & Popescu, 2015). É evidente a ligação com o conceito de sustentabilidade fraca anteriormente enunciado.

Uma palavra final sobre a discussão sobre o desenvolvimento sustentável antropocentrado e a sustentabilidade fraca, realizada pelo economista Georgescu-Roegen, que no seu livro “O decrescimento – entropia, ecologia e economia”, demonstra através da teoria económica, das leis da termodinâmica e com a ajuda de outras ferramentas científicas, as fragilidades deste modelo de desenvolvimento sustentável. Segundo este autor, não é possível substituir o ecossistema por elementos artificiais e o crescimento económico por si só, não é suficiente para a promoção da igualdade social, sendo necessária a criação da bioeconomia ou economia ecológica (Georgescu-Roegen, 2008) (Marconatto, Trevisan, Pedrozo, Saggin, & Zonin, 2013).

2.4 – O desenvolvimento sustentável na União Europeia

A União Europeia (UE) desenvolveu uma estratégia de desenvolvimento sustentável que surge primeiro como um objetivo transversal da UE no Tratado de Amsterdão. Na cimeira de Gotemburgo em junho de 2001, os líderes nacionais aprovaram uma estratégia de desenvolvimento sustentável, com base numa proposta da Comissão Europeia com duas partes distintas (União Europeia, 2015):

- 1 – Políticas e objetivos para lidar com várias tendências chave de desenvolvimento não sustentável.
- 2 – Estabelecimento duma nova abordagem política para assegurar que as políticas ambientais, sociais e económicas se reforçam mutuamente.

Foi assim concebida a Estratégia Europeia de Desenvolvimento Sustentável com a seguinte missão:

Identificar e desenvolver ações que permitam à UE conseguir melhoria continuada de longo prazo da qualidade de vida, através da criação de comunidades sustentáveis capazes de utilizar e gerir recursos eficientemente, capazes de congregar o potencial de inovação ecológica e social da economia e no final ser capaz de assegurar prosperidade, proteção ambiental e coesão social. (União Europeia, 2015) ⁴

Esta estratégia deu origem a vários objetivos e ações concretas agrupados em sete desafios chave (União Europeia, 2015):

- Alterações climáticas e energia limpa.
- Transporte sustentável.
- Produção e consumo sustentável.

⁴ - Tradução própria

- Conservação e gestão de recursos naturais.
- Saúde pública.
- Inclusão social, demografia e migração.
- Pobreza global e desafios de desenvolvimento sustentável.

Esta estratégia foi revista em 2006, porque apesar do sucesso obtido na sua implementação, a persistência de algumas tendências insustentáveis, nomeadamente as alterações climáticas, o envelhecimento das sociedades dos países desenvolvidos e o aprofundar do fosso entre os ricos e os pobres no mundo, levaram os 28 Estados Membros a alterar a estratégia anterior. Foi então reforçado o foco desta estratégia, com uma divisão clara de responsabilidades, maior envolvimento e suporte mais alargado, integração mais forte com a dimensão internacional e mais eficaz implementação e monitorização (União Europeia, 2015).

Reconhece a necessidade da mudança gradual dos nossos padrões atuais de produção e consumo e de seguir na direção da melhor integração de políticas, reafirmando a necessidade de solidariedade global e da importância de trabalhar com parceiros externos à UE, incluindo os países em rápido crescimento que têm um impacto significativo no desenvolvimento sustentável global (União Europeia, 2015).

A União Europeia está, desde há alguns anos, na vanguarda da luta contra as alterações climáticas. Em dezembro de 2008, o legislador da UE adotou um pacote sobre clima e energia que fixa objetivos ambiciosos. Comprometeu-se a reduzir unilateralmente, até 2020, as suas emissões globais de gases com efeito de estufa em 20 %, ou seja, para níveis inferiores aos de 1990, podendo mesmo atingir 30 % na eventualidade da conclusão dum acordo internacional abrangente sobre as alterações climáticas em Copenhaga, em dezembro de 2009. A UE fixou igualmente o objetivo de, até 2020, aumentar para 20 % a parte das energias renováveis no seu consumo de energia e a melhoria em 20 % da eficiência energética (European Commission a, 2017), (Comissão das Comunidades Europeias, 2009).

Em outubro de 2014, a União Europeia estabeleceu um quadro político para o clima e a energia no período de 2020 a 2030, conhecido como *2030 climate and energy framework* (European Commission b, 2017), que segue a estratégia adotada no pacote sobre clima e energia 2020 referido anteriormente, com os seguintes objetivos chave para 2030: reduzir pelo menos em 40 %, as suas emissões globais de gases com efeito de estufa para níveis inferiores aos de 1990, aumentar para 27 % a parte das energias renováveis no seu consumo de energia e melhorar em pelo menos 27 % a sua eficiência energética (Comissão Europeia, 2014).

Em Portugal, são seguidas as políticas de desenvolvimento sustentável da União Europeia sem grandes alterações, através do enquadramento dado pelo artigo 66º da Constituição da República Portuguesa (Assembleia da República, 2017) e pela Lei de Bases do Ambiente - Lei n.º 19/2014 (Assembleia da República, 2014), concretizadas por vários mecanismos incluindo o recente Acordo de Parceria para Portugal “Portugal 2020” (Governo de Portugal, 2014). Os principais objetivos ambientais nacionais e metas a alcançar até 2020 no âmbito da gestão energética encontram-se detalhados no Programa Operacional Sustentabilidade e Uso Eficiente dos Recursos:

- Objetivo Temático 4 - Apoiar a transição para uma economia de baixo teor de carbono em todos os setores.
- Objetivo Temático 5 - Promover a adaptação às alterações climáticas e a prevenção e gestão dos riscos (Presidência do Conselho de Ministros e Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia, 2015).

2.5 – Energia e desenvolvimento sustentável

Torna-se neste momento relevante abordar a temática da energia para o desenvolvimento sustentável.

A energia é considerada como um fator essencial do desenvolvimento sustentável e da erradicação da pobreza. Ainda assim, estima-se que cerca de 2.8 biliões de pessoas em 2015 ainda não tenham acesso a serviços de energia modernos e mais de 1.1 biliões não tenham eletricidade. Sobrepondo-se a isso, cerca de 4.3 milhões de pessoas morrem prematuramente cada ano devido à poluição dentro de portas causada por cozinhar e aquecer a casa com combustíveis não sustentáveis. O desafio reside em encontrar modos de reconciliar a necessidade e procura de serviços de energia modernos e sustentáveis com o seu impacto ambiental e com a base de recursos naturais global de modo a assegurar que os objetivos de desenvolvimento sustentável são atingíveis (United Nations General Assembly A/68/309, 2013).

Em 2012, a Assembleia Geral das Nações Unidas declarou o Ano Internacional da Energia Sustentável para Todos e implementou várias atividades e compromissos para promover um futuro energético sustentável. Já em 2013, a Organização das Nações Unidas declarou 2014-2024 como sendo a década da Energia Sustentável para Todos, realizando uma série de atividades e compromissos sobre o tema (United Nations General Assembly A/68/309, 2013).

No entanto, a ineficácia no progresso da implementação das medidas preconizadas nos objetivos da década da Energia Sustentável para Todos, foi demonstrado pelo relatório de 2015 (Sustainable Energy for All, 2015), onde a taxa de progressão é substancialmente inferior ao requerido, em todas as dimensões desta medida política.

Em suporte à década da Energia Sustentável para Todos, a Assembleia Geral das Nações Unidas aprovou em 2015 os anteriormente apresentados *Sustainable Development Goals*.

É consensual que a energia está intrinsecamente ligada aos maiores desafios globais da atualidade. O acesso a fontes energéticas tem sido um motor do desenvolvimento nos países industrializados e nas economias emergentes. A energia providencia a erradicação da pobreza, o aumento da produção de alimentos, o fornecimento de água potável, a melhoria da saúde pública, a promoção da educação, a abordagem às alterações climáticas, a criação de oportunidades económicas e o aumento do poder dos jovens e das mulheres (United Nations General Assembly A/68/309, 2013).

As sociedades energeticamente deprimidas sofrem as consequências da combustão ineficiente de combustíveis sólidos em edifícios sem ventilação adequada, assim como as consequências económicas da energia insuficiente para atividades produtivas e para outros serviços básicos, tais como saúde e educação (United Nations General Assembly A/68/309, 2013).

Onde estão disponíveis em abundância serviços de energia modernos, são concretizados desafios diferentes. As emissões de dióxido de carbono e de outros gases com efeito de estufa, estão a contribuir para as alterações climáticas do nosso planeta, em detrimento daqueles que dependem dos sistemas naturais do planeta para sobreviver. As alterações climáticas ameaçam a segurança do fornecimento de alimentação e água para centenas de milhões de pessoas, corroendo as fundações da estabilidade local, nacional e global. A competição por recursos escassos aumenta, exacerbando conflitos antigos e criando novos. À medida que os solos se degradam, as florestas são derrubadas e o nível do mar sobe, o movimento das populações afetadas que são expulsas do seu território de origem pode refazer a geografia humana do planeta (United Nations General Assembly A/68/309, 2013).

A transição para sistemas de energia sustentável, fornece talvez uma das maiores oportunidades económicas a nível global do século XXI, particularmente importante numa altura em que os países procuram melhorar o seu desempenho económico e criar postos de trabalho sustentáveis e oportunidades de emprego. Apesar do tremendo progresso, subsistem

barreiras na promoção de soluções de energia sustentável, especialmente devido à necessidade de alteração dramática no ritmo e na escala da implementação destas questões no terreno. É necessária ação em áreas diversas, desde a financeira, ao desenvolvimento tecnológico, à inovação política e regulamentar e até na melhoria dos modelos de negócio e estruturas de governança (United Nations General Assembly A/68/309, 2013).

Uma transformação global no modo como a energia é produzida e consumida é requerida para se conseguir uma energia sustentável para todos, para satisfazer o crescimento rápido da procura de energia, principalmente nos países em desenvolvimento e nas economias emergentes, e para diminuir os impactos negativos das alterações climáticas. Os serviços de energia modernos são o fulcro dos esforços globais de indução duma mudança de paradigma no sentido das economias verdes, da erradicação da pobreza e, em última análise, do desenvolvimento sustentável (United Nations General Assembly A/68/309, 2013).

Os objetivos a atingir para a promoção do bem-estar humano dependem do progresso da transformação global dos sistemas de energia. As sociedades em todo o mundo não serão capazes de progredir nos seus objetivos de desenvolvimento sustentável a não ser que implementem alterações extraordinárias no modo como a energia é produzida e usada, aliada a medidas para garantir o acesso a sistemas de energia moderna, limpa e sustentável a um preço razoável (United Nations General Assembly A/68/309, 2013).

São necessários investimentos de vulto para propulsionar a inovação, desenvolvimento e comercialização de tecnologias saudáveis ambientalmente, acompanhadas duma ampla cooperação e ações dirigidas ao aumento substancial da contribuição dessas tecnologias para os sistemas de energia mundiais, garantindo serviços modernos de energia para todos (United Nations General Assembly A/68/309, 2013).

Esta transformação não será conseguida sem a contribuição das energias renováveis. Conforme referido no relatório A/69/323 da Assembleia Geral das Nações Unidas sobre desenvolvimento sustentável e a promoção de fontes de energia novas e renováveis (United Nations General Assembly A/69/323, 2014), estas são consideradas como uma opção valiosa no fornecimento de energia mas também como um recurso chave para os desafios globais de acesso universal à energia, segurança energética, alterações climáticas, e, em última análise, erradicação da pobreza e desenvolvimento sustentável (United Nations General Assembly A/69/323, 2014).

Os avanços tecnológicos contínuos, a redução de custos e a implantação com sucesso de sistemas de energia renovável em muitos países desenvolvidos ou em desenvolvimento já demonstraram o potencial das energias renováveis para satisfazer os requisitos dos mercados energéticos e para substituir outras fontes de energia (United Nations General Assembly A/69/323, 2014).

Na área específica do desenvolvimento tecnológico de energias renováveis, os esforços continuados da comunidade científica focam-se na redução de custos, na criação de sistemas de energia flexíveis e em larga escala, na integração nos sistemas energéticos existentes, no aumento da investigação de base sobre eficiência energética nestas fontes e na sustentabilidade das tecnologias de energia renovável (United Nations General Assembly A/69/323, 2014)

De modo a limitar as emissões da produção de energia e para suportar a transição para sistemas de energia limpa, existe a necessidade de aumentar os investimentos no desenvolvimento e na implantação de energia renovável mas também na eficiência energética da infraestrutura energética e dos sistemas de energia (United Nations General Assembly A/69/323, 2014).

Um dos princípios fundamentais enunciados na Agenda 2030 das Nações Unidas é a necessidade de construir fundações económicas fortes em todos os países, através de crescimento económico inclusivo e sustentável. Para este efeito, é referido o acesso a energia moderna, sustentável, fiável e com um preço acessível no objetivo n.º 7 (United Nations a, 2015).

As metas estabelecidas neste objetivo n.º 7 são (United Nations a, 2015):

7.1 – Até 2030, assegurar acesso universal para serviços de energia moderna, fiável e com preço acessível.

7.2 – Até 2030, aumentar substancialmente a quota-parte de energia renovável no *mix* energético global.

7.3 – Até 2030, duplicar a taxa global de melhoria em eficiência energética.

São também indicados 2 *aspirational goals* (United Nations a, 2015):

7.a – Até 2030, otimizar a cooperação internacional para facilitar o acesso à tecnologia e pesquisa na área da energia limpa, incluindo energia renovável, eficiência energética e tecnologia avançada e limpa de combustíveis fósseis.

7.b – Até 2030, expandir a infraestrutura e atualizar a tecnologia de fornecimento de serviços de energia moderna e sustentável para todos nos países em desenvolvimento, em particular nos países menos desenvolvidos, pequenas ilhas-estado e países em desenvolvimento sem acesso aos oceanos, de acordo com os seus programas de apoio.

A revisão e acompanhamento destes objetivos e metas são realizados utilizando um conjunto de indicadores globais. Estes são complementados por indicadores de nível regional e nacional que serão desenvolvidos e aplicados pelos estados membros. A moldura de indicadores globais é desenvolvida pela *Inter-Agency and Expert Group on Sustainable Development Indicators* e foram acordados pela *Statistical Commission* das Nações Unidas em Março de 2016. Esta moldura pretende ser simples mas robusta, criada para todos os objetivos e para todas as metas, incluindo meios de implementação, preservando o balanço político, a ambição e a integração inerente (United Nations Economic and Social Council - Statistical Commission - E/CN.3/2016/2/Rev.1, 2016).

Neste âmbito, foram estabelecidos para o objetivo n.º 7 referido acima, os seguintes indicadores (United Nations Economic and Social Council - Statistical Commission - E/CN.3/2016/2/Rev.1, 2016):

7.1.1 - Percentagem da população com acesso à eletricidade.

7.1.2 - Percentagem da população com confiança primária em combustíveis e tecnologia limpa.

7.2.1 – Quota da energia renovável no consumo final total de energia.

7.3.1 – Intensidade energética medida em termos de energia primária e produto interno bruto (PIB).

7.a.1 – Montante mobilizado em dólares americanos (USD) por ano com início em 2020, contabilizável para o compromisso de 100 biliões USD.

7.b.1 – Investimentos em eficiência energética em percentagem do PIB e o montante de investimento externo direto relativo a transferências financeiras para serviços de desenvolvimento sustentável de infraestruturas e tecnologia⁵.

Num relatório sobre estes objetivos de desenvolvimento sustentável, publicado em Maio de 2015 pelo *Stakeholder Forum* (Osborn, Cutter, & Ullah, 2015), foi analisado em detalhe o objetivo n.º 7 da energia sustentável, no tocante à sua aplicação, implementação e transformação nos países desenvolvidos.

⁵ Tradução própria.

Este objetivo foi considerado por este estudo, como sendo o segundo em termos de transformação nos países desenvolvidos, demonstrando inequivocamente a sua importância e contribuição para o desenvolvimento sustentável (Osborn, Cutter, & Ullah, 2015).

As principais conclusões retiradas deste estudo sobre o objetivo n.º 7 foram (Osborn, Cutter, & Ullah, 2015):

1 - O foco dado ao acesso a serviços de energia na meta 7.1 estar intimamente relacionado com as necessidades dos países em desenvolvimento. No entanto, nos países desenvolvidos, subsiste um enorme desafio de transformação dos sistemas de energia nacionais para obter energia limpa, moderna e sustentável a preço acessível. Consequentemente esta meta foi considerada muito importante.

2 - O desenvolvimento de energia renovável – meta 7.2 – aliada à descontinuação dos combustíveis fósseis e à promoção da eficiência energética – meta 7.3 – devem ser componentes chave da estratégia de desenvolvimento sustentável dos países desenvolvidos.

3 - As metas 7.2 e 7.3 foram classificadas com a mais alta classificação de prioridade nesta avaliação realçando-as como prioridades vitais para os países desenvolvidos no âmbito do desenvolvimento sustentável.

3 – Eficiência Energética

3.1 – Conceitos e definições

Ainda que os conceitos de energia e de eficiência energética sejam profusamente utilizados no meio científico e no meio industrial, importa defini-los claramente.

A definição de Energia constante do ponto 2.5 da norma NP EN ISO 50001:2011 é a seguinte: “Electricidade, combustíveis, vapor, calor, ar comprimido e outras formas / vectores” (International Organisation for Standardisation, 2012).

É em seguida clarificado o conceito referindo que se aplica a todas as formas de energia incluindo renováveis, que possam ser adquiridas, armazenadas, processadas, utilizadas num equipamento ou num processo, ou recuperadas (International Organisation for Standardisation, 2012).

Uma definição alternativa é “capacidade de um sistema produzir actividade externa ou realizar trabalho” também referida no ponto 2.5 da norma NP EN ISO 50001:2012 (International Organisation for Standardisation, 2012).

Por sua vez a Diretiva 2012/27/UE da Eficiência Energética, refere Energia como sendo: “Todas as formas de produtos energéticos, combustíveis, calor, energia renovável, eletricidade ou qualquer outra forma de energia, definidas no artigo 2º, alínea d), do Regulamento (CE) n.º 1099/2008 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 22 de outubro de 2008, relativo às estatísticas da energia” (Parlamento Europeu e do Conselho, 2012)

No tocante à Eficiência Energética, a norma NP EN ISO 50001:2012 refere no seu ponto 3.8: “Rácio ou outra relação quantitativa entre um desempenho dum serviço, bem ou energia e um consumo de energia” (International Organisation for Standardisation, 2012)

Prossegue depois com uma clarificação, referindo que quer os consumos, quer os resultados necessitam ser especificados em quantidade e qualidade, e devem ser mensuráveis. (International Organisation for Standardisation, 2012).

Fornece como exemplos: Eficiência numa conversão; relação energia necessária / energia utilizada; relação entre o resultado / energia consumida; relação entre a energia teoricamente necessária à operação / energia consumida na operação (International Organisation for Standardisation, 2012).

A Diretiva da União Europeia sobre eficiência energética, refere Eficiência Energética como “o rácio entre o resultado em termos do desempenho, serviços, bens ou energia gerados e a energia utilizada para o efeito” (Parlamento Europeu e do Conselho, 2012).

São estas as definições mais relevantes para este trabalho e que serão usadas daqui em diante.

Outras definições também importantes para este processo incluem energia proveniente de fontes renováveis que a Diretiva Europeia das energias renováveis (Diretiva 2009/28/CE) define como “a energia proveniente de fontes não fósseis renováveis, nomeadamente eólica, solar, aerotérmica, geotérmica, hidrotérmica e oceânica, hidráulica, de biomassa, de gases dos aterros, de gases das instalações de tratamento de águas residuais e biogases” (Parlamento Europeu e Conselho, 2009).

No tocante às fontes de energia renovável, segundo a Associação Portuguesa de Energias Renováveis podem ser definidas como “as fontes de energia provenientes de recursos naturais que se renovam constantemente, de um modo sustentável, mesmo depois de serem usadas para gerar eletricidade ou calor. São exemplo a água da chuva, o vento, a biomassa, o Sol, as ondas e o calor da Terra”. (Associação Portuguesa de Energias Renováveis (APREN), 2016)

Já em termos de combustível fóssil podemos considerar a seguinte definição:

“Combustível que se formou pela decomposição de matéria orgânica ao longo de milhares ou milhões de anos (como, por exemplo, a hulha, a lignite, o petróleo, o gás natural)”. (Priberam, 2016)

Estes são recursos energéticos não renováveis porque requerem milhões de anos para se formar naturalmente. Devido ao seu alto poder calorífico, são fontes úteis de energia para gerar energia térmica e sua utilização permitiu que o grande crescimento económico e populacional ligados à revolução industrial do século XIX.

Outro conceito útil é o de *hidden energy source* ou *hidden fuel source*, ou seja, fonte de energia escondida, pretendendo realçar o facto de serem referidas diretamente como fontes energéticas o petróleo, o fuel óleo, o gás natural, o carvão, a biomassa, a água ou o vento, esquecendo que o uso mais eficiente da energia é simplesmente não a usar.

De facto, várias fontes referem-se a este conceito de *hidden energy source*, evidenciando a sua importância e impacte no paradigma energético mundial, como por exemplo a *International Energy Agency* nos seus *Energy Efficiency Market Report* (International Energy Agency, 2013), onde se indica a necessidade de mudar o pensamento sobre a eficiência energética, considerando-a como uma fonte energética em paralelo com o gás natural ou as energias renováveis, por exemplo, ainda que não seja tangível ou facilmente visível. (International Energy Agency, 2013).

O investimento em eficiência energética é uma alternativa viável ao investimento tradicional no aumento do fornecimento. Através da redução ou limitação da procura de energia, as medidas de eficiência energética podem aumentar a resiliência da indústria sobre uma variedade de riscos, tais como subida e volatilidade dos preços da energia, stress na infraestrutura energética, e disrupções nos sistemas de distribuição da energia. Considerado como um recurso energético, a eficiência energética tem o potencial de contribuir simultaneamente para (International Energy Agency, 2013):

- a segurança energética de longo prazo;
- o crescimento económico;
- a melhoria da qualidade de vida e da saúde;
- a redução das emissões de gases de efeito de estufa.

Em última análise, a eficiência energética levanta a questão da produtividade dos recursos energéticos. À volta do mundo, os países geram maior atividade económica por cada unidade de energia que consomem, em larga medida, graças à eficiência energética. Este incremento na produtividade energética pode ajudar ao crescimento da economia global de modo seguro e sustentável. A promoção do crescimento inclusivo e da segurança energética no contexto das alterações climáticas constitui um papel fulcral do mercado da eficiência energética (International Energy Agency, 2013).

As evidências recentes apontam para que a eficiência energética tenha desempenhado, e continue a desempenhar um papel marcante na economia global. A procura de energia que foi

evitada através das melhorias de longo prazo da eficiência energética é maior do que o consumo final total de qualquer fonte energética (International Energy Agency b, 2014).

Isso é claramente apresentado pelo gráfico seguinte:

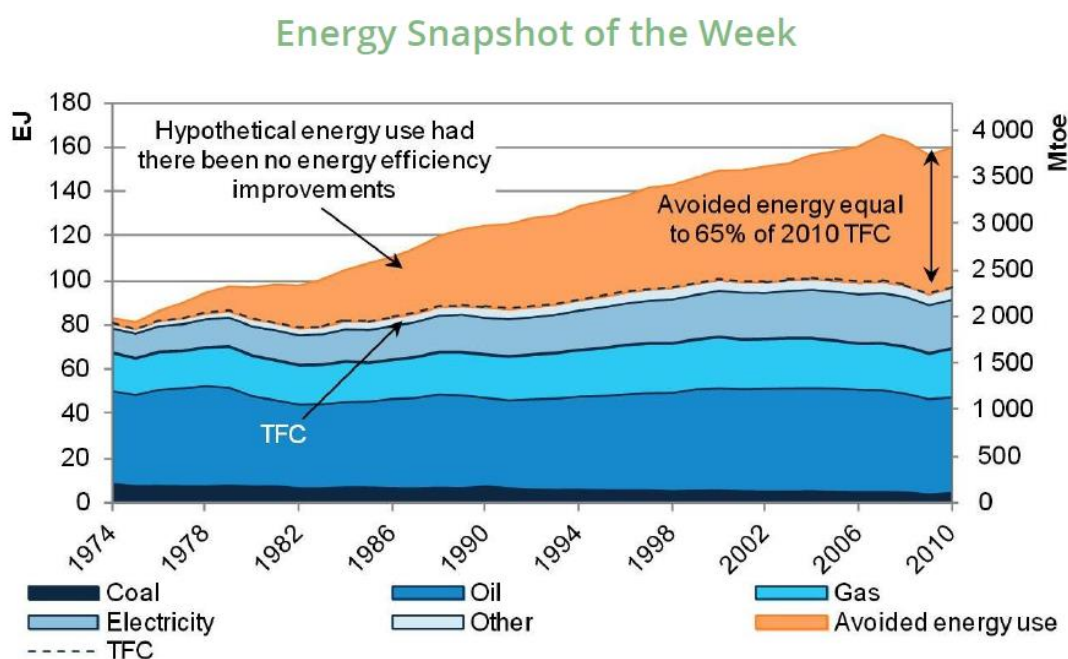


Figura n.º 6 - Uso da energia sem eficiência energética (International Energy Agency, 2015)

É assim notória a influência da eficiência energética no panorama do consumo de energia desde 1974, atingindo em 2010 o valor de 65% de consumo de energia evitado relativamente ao total final de energia consumida nesse ano, ultrapassando qualquer outra fonte de energia.

A intensidade energética é também um conceito bastante referenciado na literatura que pode ser definido como “a quantidade de energia usada por unidade ou actividade” (International Energy Agency b, 2014), (Ministério da Economia e da Inovação, 2008).

Finalmente entende-se por intensidade energética do produto industrial bruto ou intensidade energética da atividade económica como “a energia usada por cada dólar americano de produto interno bruto” (International Energy Agency b, 2014).

3.2 – Implementação atual

3.2.1 – Eficiência energética

Atualmente, de acordo com o *Energy Efficiency Market Report 2016* da *International Energy Agency*, estima-se em 221 bilhões de dólares americanos o investimento em eficiência energética em 2015, um acréscimo de 6% relativamente a 2014 (*International Energy Agency a, 2016*).

Este investimento foi superior em 66% ao investimento em produção de energia por via convencional em 2015 (*International Energy Agency b, 2014*).

Apresenta-se em seguida alguns factos relativos à implementação a nível mundial da eficiência energética:

Facto n.º 1 – As poupanças energéticas obtidas através da melhoria contínua da eficiência energética em 2011 de 11 países da *International Energy Agency* (Austrália, Dinamarca, Finlândia, França, Alemanha, Itália, Japão, Holanda, Suécia, Reino Unido e Estados Unidos) atingiu as 1337 milhões de toneladas de petróleo equivalente (Mtoe), excedendo o consumo final total de qualquer fonte energética de qualquer desses países. Foi também superior ao consumo final total da União Europeia da combinação de todas as suas fontes energéticas. Pode-se assim concluir que as poupanças derivadas da eficiência energética retiram 1 continente do consumo energético mundial (*International Energy Agency b, 2014*).

Facto n.º 2 – A eficiência energética teve uma relação direta no consumo final total de energia entre 2001 e 2015 dos países membros da *International Energy Agency*. Nestes países, a procura energética (TFC) baixou 5 % neste período e a eficiência energética (*Efficiency effect*) foi o maior contribuidor, como se pode ver no gráfico seguinte:

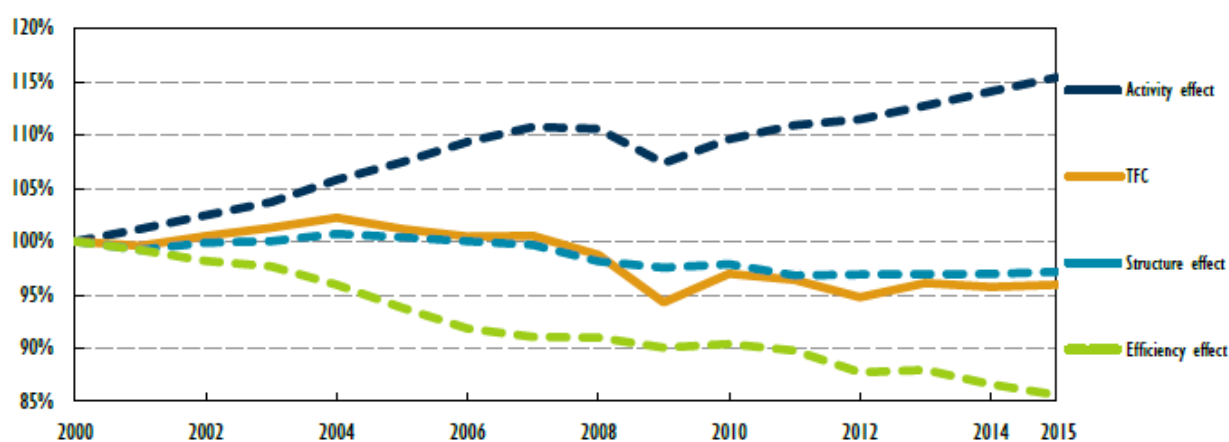


Figura n.º 7 – Evolução do consumo final total de energia em 18 países membros da IEA decomposto em fatores entre 2001 e 2015 (*International Energy Agency a, 2016*)

O aumento do efeito da eficiência energética em 2015 de 1.6 % foi o maior desde 2005 e superior ao aumento anual médio de 1 % deste 2000 (International Energy Agency a, 2016).

As melhorias da eficiência energética conseguiram anular o efeito da atividade e em 2015, apesar do aumento dos níveis dos efeitos de atividade de 15 % desde 2000, o consumo final total de energia baixou para níveis não atingidos desde 1999 (International Energy Agency a, 2016).

Entende-se como efeito de estrutura (*Structure effect*) as alterações ocorridas na estrutura de consumo energético tais como a importância relativa da importância económica das indústrias, a importância e quota-parte dos vários tipos de transportes, e a importância e quota-parte da utilização doméstica incluindo tamanho das habitações e tipo de ocupação.

Já o efeito de atividade (*Activity effect*) pretende representar o efeito no consumo energético total das alterações nos resultados económicos, das alterações populacionais e dos níveis de viagens.

Facto n.º 3 – A eficiência energética reduziu o consumo energético numa altura em que os preços da energia aumentaram de modo significativo em 18 países membros da *International Energy Agency* (Austrália, Áustria, Canadá, República Checa, Dinamarca, Finlândia, França, Alemanha, Itália, Japão, Coreia do Sul, Holanda, Nova Zelândia, Suécia, Suíça, Reino Unido e Estados Unidos). O preço da energia registou um aumento entre 11 % e 52 % nestes países, tendo a eficiência energética moderado o impacte destes aumentos (International Energy Agency b, 2014).

Facto n.º 4 – Os níveis de eficiência energética nos países membros da *International Energy Agency*, melhoraram, em média 14 % entre 2000 e 2015, o que gerou poupanças energéticas de 450 milhões de tonelada de petróleo equivalente (Mtoe) em 2015, ou seja, energia suficiente para abastecer o Japão durante um ano. Levando em consideração um aumento de 2 % no produto interno bruto dos países membros da *International Energy Agency*, os ganhos de eficiência conduziram à estabilização da procura de energia primária (International Energy Agency a, 2016).

Facto n.º 5 – A intensidade energética continua o seu declínio em todo o mundo, com uma melhoria de 1.8 % em 2015, ultrapassando a melhoria de 1.5 % em 2014 e triplicando a média anual de 0.6 % da década anterior (2003-2013). Esta melhoria é particularmente notável no

contexto de baixos preços de energia, sublinhado pelo preço do petróleo (*crude oil*) a descer até 60% desde 2014 (International Energy Agency a, 2016).

No entanto, o progresso global da intensidade energética é ainda demasiado lento, falhando o objetivo de colocar o mundo num caminho sustentável em direção a um sistema energético sem carbono. A análise efetuada pela *International Energy Agency*, mostra que as melhorias da intensidade energética terão de aumentar imediatamente para, pelo menos 2.6 %, de modo a atingir uma trajetória consistente com os objetivos das alterações climáticas (International Energy Agency a, 2016).

Facto n.º 6 – A evolução da intensidade energética no sector industrial entre 2000 e 2014 demonstra uma redução assinalável nos países membros da *International Energy Agency*, com especial relevo para a redução anual média de 0.9 % nos países membros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento da Europa (OCDE), numa altura em que o valor acrescentado bruto cresceu 0.8 % em média (International Energy Agency a, 2016).

3.2.2 – Consumo energético mundial

No tocante ao consumo energético mundial, regista-se uma evolução crescente desde 1971 com uma aceleração mais acentuada neste século conforme evidenciado de seguida:

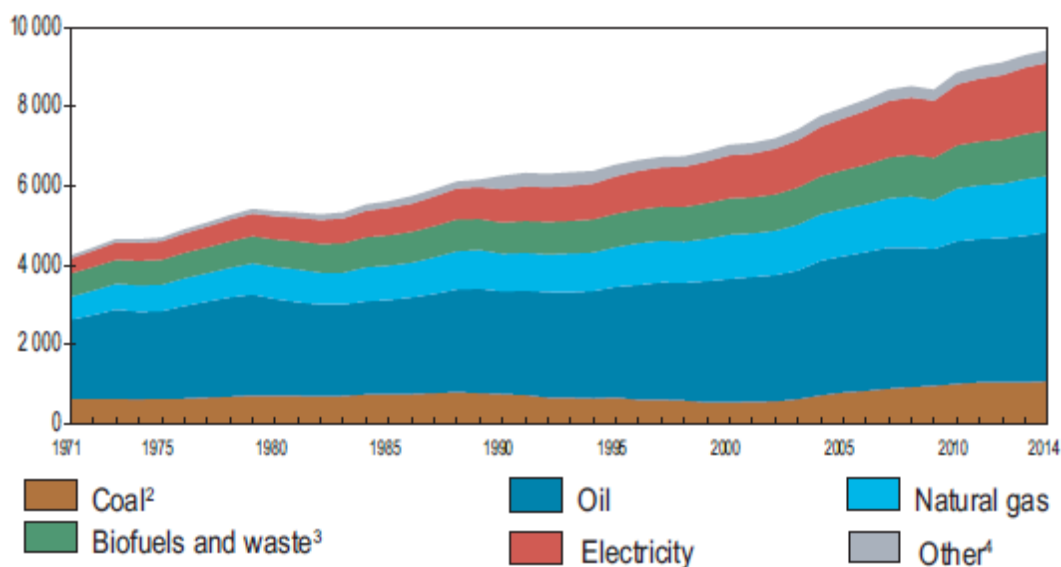


Figura n.º 8 – Consumo final total de energia mundial por combustível entre 1971 e 2014 (milhões de tonelada equivalente de petróleo) (International Energy Agency b, 2016)

Notas da figura: 1 – No consumo mundial estão incluídos a aviação internacional e os abastecimentos do tráfego marítimo; 2 – Nestes gráficos, a turfa e o óleo de xisto estão agregados no carvão; 3 – Os dados de biofuels and waste (biomassa e resíduos) são estimados a partir de dados de vários países; 4 – Inclui energia geotérmica, solar, eólica, etc.

É notória a contínua dependência do petróleo (*oil*) como fonte energética e o claro aumento da contribuição da eletricidade (*electricity*).

A matriz energética tem sofrido alterações significativas desde 1973, conforme se pode comprovar na figura seguinte:

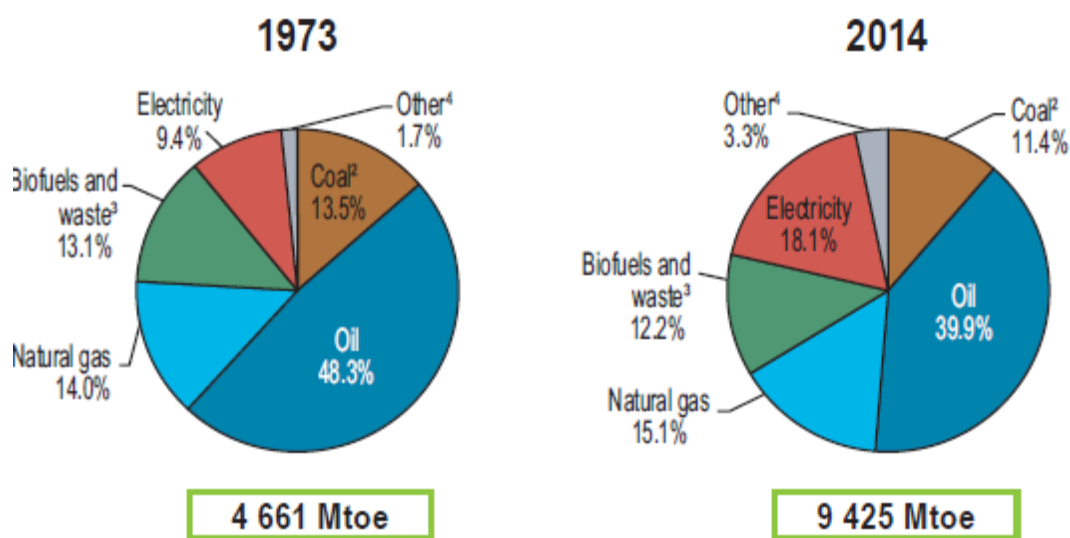


Figura n.º 9 – Composição do consumo final anual de energia mundial por combustível em 1973 e em 2014 (milhões de tonelada equivalente de petróleo) (International Energy Agency b, 2016)

Notas da figura: 1 – No consumo mundial estão incluídos a aviação internacional e os abastecimentos do tráfego marítimo; 2 – Nestes gráficos, a turfa e o óleo de xisto estão agregados no carvão; 3 – Os dados de *biofuels and waste* (biomassa e resíduos) são estimados a partir de dados de vários países; 4 – Inclui energia geotérmica, solar, eólica, etc.

Através da análise destes gráficos, é notória a diminuição da utilização de petróleo (*oil*), um ligeiro decréscimo da utilização de carvão (*coal*) e a duplicação da utilização de eletricidade na matriz de consumo final de energia.

Olhando agora para consumo final anual total de energia em função de várias fontes energéticas e dos sectores de atividade, começando pelo carvão:

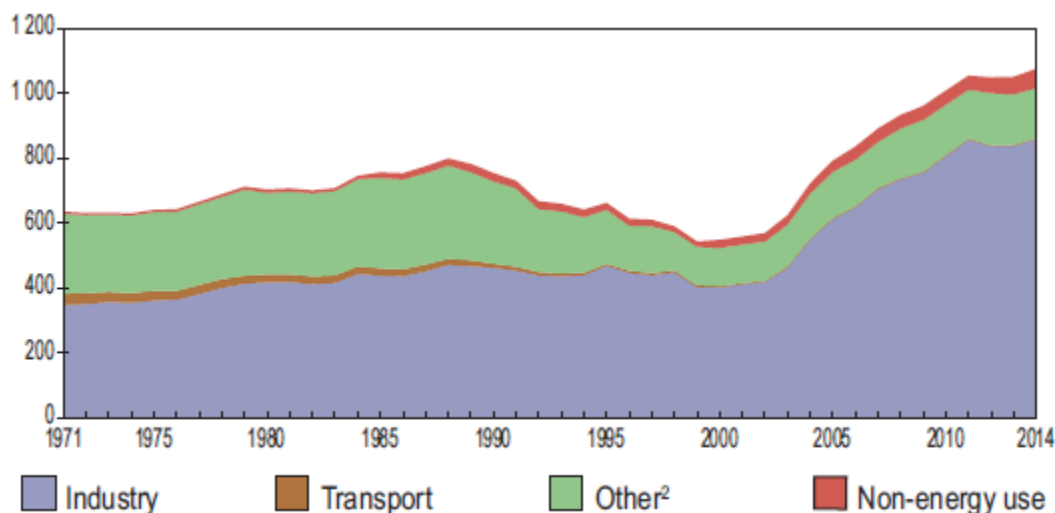


Figura n.º 10 - Consumo final total de energia mundial de carvão entre 1971 e 2014 por sector de atividade (milhões de tonelada equivalente de petróleo) (International Energy Agency b, 2016, p. 32)

Notas da figura: 1 – Neste gráfico, a turfa e o óleo de xisto estão agregados no carvão; 2 – Inclui agricultura, serviços comerciais e públicos, residências e outros não especificados.

Pode-se referir através da análise deste gráfico que o consumo de carvão tem vindo a crescer, de modo mais acentuado a partir do ano 2000, prioritariamente no sector industrial, onde está incluída a produção de eletricidade (ver sectores ISIC mais abaixo).

Em termos de petróleo, a tendência crescente mantêm-se desde 1971, mas no caso desta fonte energética, temos consumos três vezes mais elevados e a substituição do sector industrial pelo sector dos transportes como consumidor predominante, conforme podemos visualizar abaixo:

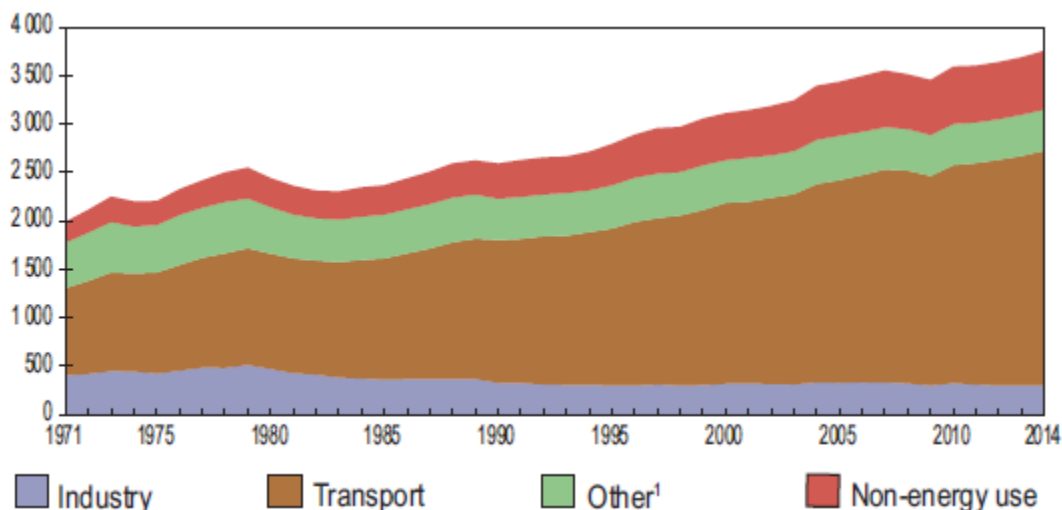


Figura n.º 11 - Consumo final total de energia mundial de petróleo entre 1971 e 2014 por sector de atividade (milhões de tonelada equivalente de petróleo) (International Energy Agency b, 2016)

Notas da figura: 1 – Inclui agricultura, serviços comerciais e públicos, residências e outros não especificados.

No caso específico do gás natural, é notório tanto o crescimento desde 1971 do consumo final total como a importância do sector da agricultura, serviços comerciais e públicos, residências e outros não especificados, que suplanta o sector industrial como maior consumidor:

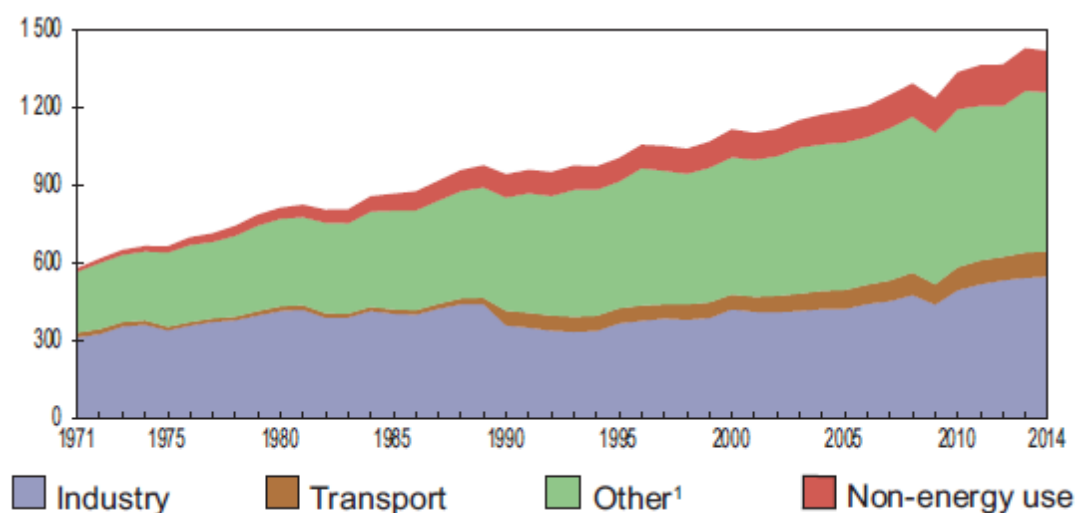


Figura n.º 12 - Consumo final total de energia mundial de gás natural entre 1971 e 2014 por sector de atividade (milhões de tonelada equivalente de petróleo) (International Energy Agency b, 2016)

Notas da figura: Outros 1 – Inclui agricultura, serviços comerciais e públicos, residências e outros não especificados.

Já no que diz respeito à energia elétrica, o crescimento constante desde 1971 é claro, assim como a importância do sector da agricultura, serviços comerciais e públicos, residências e outros não especificados que suplantou o sector industrial como maior consumidor:

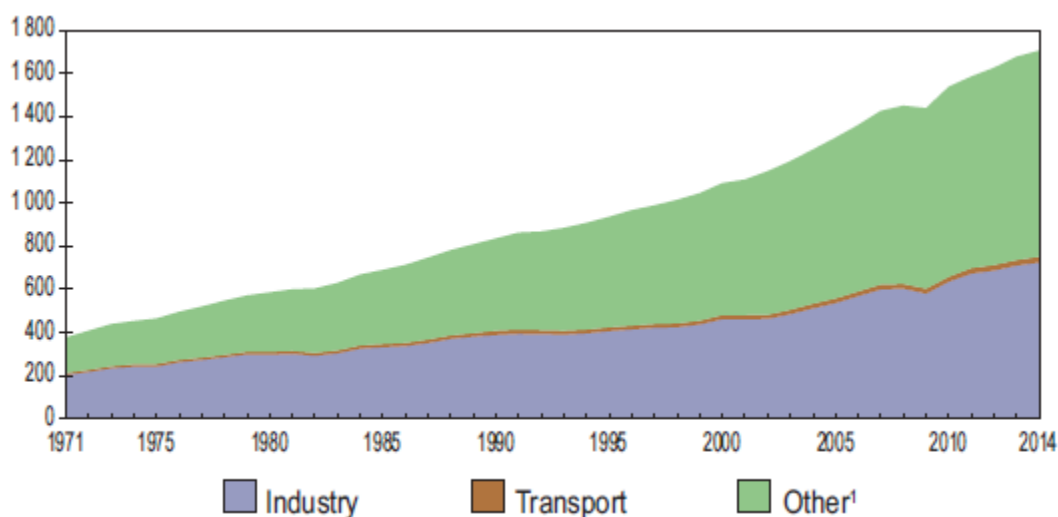


Figura n.º 13 - Consumo final total de energia mundial de eletricidade entre 1971 e 2014 por sector de atividade (milhões de tonelada equivalente de petróleo) (International Energy Agency b, 2016)

Notas da figura: Outros 1 – Inclui agricultura, serviços comerciais e públicos, residências e outros não especificados.

Em termos de associação do consumo de energia global com o desenvolvimento económico, estas duas variáveis têm apresentado uma evolução paralela mas cada vez mais desfasada, com o produto interno bruto mundial a aumentar mais de 90 % entre 1990 e 2014, enquanto que o fornecimento global de energia primária cresceu somente 56 % neste período (International Energy Agency c, 2016)

3.2.3 – Consumo de energia no sector industrial

A energia é um fator de produção fundamental para todos os bens produzidos. Com todos os outros parâmetros mantidos constantes, um aumento da produção gera um aumento proporcional do consumo de energia, ainda que, na grande maioria dos processos produtivos existam consumos fixos e consumos variáveis, verifica-se sempre um aumento do consumo de energia na componente variável (International Energy Agency a, 2014).

Esta relação entre energia e produção industrial é influenciada diretamente por (International Energy Agency a, 2014):

- idade das instalações produtivas;
- práticas de manutenção;
- qualidade da energia consumida;
- qualidade dos produtos;
- matérias-primas usadas;
- processos ou tecnologia usados.

Entende-se para efeitos deste trabalho, como sector industrial da atividade económica as seguintes atividades:

Atividades	Grupos / Divisões ISIC
Agricultura, floresta e pesca	A 01 a 03
Minas e pedreiras	B 05 a 09
Manufatura	C 10 a 33
Fornecimento de eletricidade, gás, vapor e ar condicionado	D 35
Construção	F 41 a 43

Tabela n.º 1 – Sector industrial da atividade económica – ISIC (United Nations - Department of Economic and Social Affairs - Statistics Division, 2008)

Importa também detalhar as atividades específicas do grupo manufatura da classificação ISIC (United Nations - Department of Economic and Social Affairs - Statistics Division, 2008):

Atividade de produção
Alimentação, bebidas e tabaco
Têxtil e cabedal
Madeira, mobília e derivados
Papel, pasta e impressão
Impressão e reprodução
Petroquímica
Química
Farmacêutica
Borracha e plásticos
Minerais não metálicos (vidro, cerâmica, cimento)
Ferro e aço
Metais não ferrosos
Equipamentos elétricos e eletrónicos
Fabrico de máquinas
Equipamento de transporte
Outras indústrias
Reparação e instalação de máquinas e equipamentos

Tabela n.º 2 – Grupo manufatura da classificação ISIC (United Nations - Department of Economic and Social Affairs - Statistics Division, 2008)

O consumo de energia final global do sector industrial totalizou 107 exa joules (EJ) em 2011 e representou 29 % do consumo de energia final global. As emissões de CO₂ associadas, incluindo as emissões indiretas derivadas do uso da eletricidade, foram de 10.55 giga tonelada de dióxido de carbono (GtCO₂). O consumo de energia industrial global aumentou 41% desde 1990 (International Energy Agency a, 2014). Estes dados são também confirmados pelo estudo realizado pela União Europeia sobre a evolução da eficiência energética no sector industrial (União Europeia - projecto ODYSSEE-MURE, 2015).

No âmbito dos membros da *International Energy Agency*, o sector industrial com maior consumo energético foi o do ferro e aço (21 %), seguido pelos químicos e petroquímicos (19

%), papel, pasta e impressão com 10 % e alimentação e tabaco com 9 % (International Energy Agency c, 2016).

Por outro lado, a intensidade energética industrial apresenta grandes variações em função do sector específico, sendo liderada pelo sector do ferro e aço, seguido de perto pelos minerais não metálicos. De notar que o sector de fabrico de máquinas foi o que apresentou uma menor intensidade energética (International Energy Agency c, 2016).

A intensidade energética industrial global decresceu ao longo do tempo em praticamente todos os países membros da *International Energy Agency*. Por exemplo, nos Estados Unidos da América foi reduzida em quase 35 % entre 2000 e 2013, devido a melhorias na eficiência energética principalmente nos sectores químico e metais ferrosos, mas também devido ao aumento da importância de sectores de baixa intensidade energética como o fabrico de máquinas (International Energy Agency c, 2016).

3.3 – Eficiência energética e desenvolvimento sustentável

A influência da eficiência energética no desenvolvimento sustentável tem sido analisada principalmente do ponto de vista das políticas energéticas. Genericamente, de modo a obter melhorias na eficiência energética, é necessária uma combinação de desenvolvimento tecnológico, mecanismos de mercado e políticas governamentais, capazes de influenciar as ações de milhões de consumidores de energia desde uma habitação a um complexo industrial. É assim claro que todas as partes interessadas, tais como governos, sector privado, público em geral, devem trabalhar em conjunto para atingir a escala e calendarização requeridas das melhorias de eficiência energética necessárias para o desenvolvimento económico sustentável (International Energy Agency / European Bank for Reconstruction and Development, 2010)

A eficiência energética é considerada como um motor de múltiplos benefícios para o desenvolvimento sustentável, tais como desenvolvimento macroeconómico, incremento dos orçamentos públicos, melhoria da saúde e do bem-estar, produtividade industrial e melhorias na distribuição de energia (International Energy Agency c, 2014), (International Energy Agency c, 2016), (International Energy Agency d, 2016). Deve também ser realçado o contributo fundamental da eficiência energética no combate à pobreza e às alterações climáticas (Robinson, 2015).

Segundo o estudo extensivo realizado pela *International Energy Agency*, incorporando os pontos de vista de mais de trezentos peritos incluindo informação e estudos de caso de vinte e sete países e mais de sessenta organizações, foi possível confirmar o papel fundamental da eficiência energética nos objetivos estratégicos do desenvolvimento sustentável em cinco áreas específicas: melhoria da sustentabilidade do sistema energético, desenvolvimento económico, desenvolvimento social, sustentabilidade ambiental e aumento da prosperidade (International Energy Agency c, 2014).

Esta multidisciplinariedade é realçada pela ilustração seguinte, confirmando a variada contribuição da eficiência energética para o desenvolvimento sustentável:

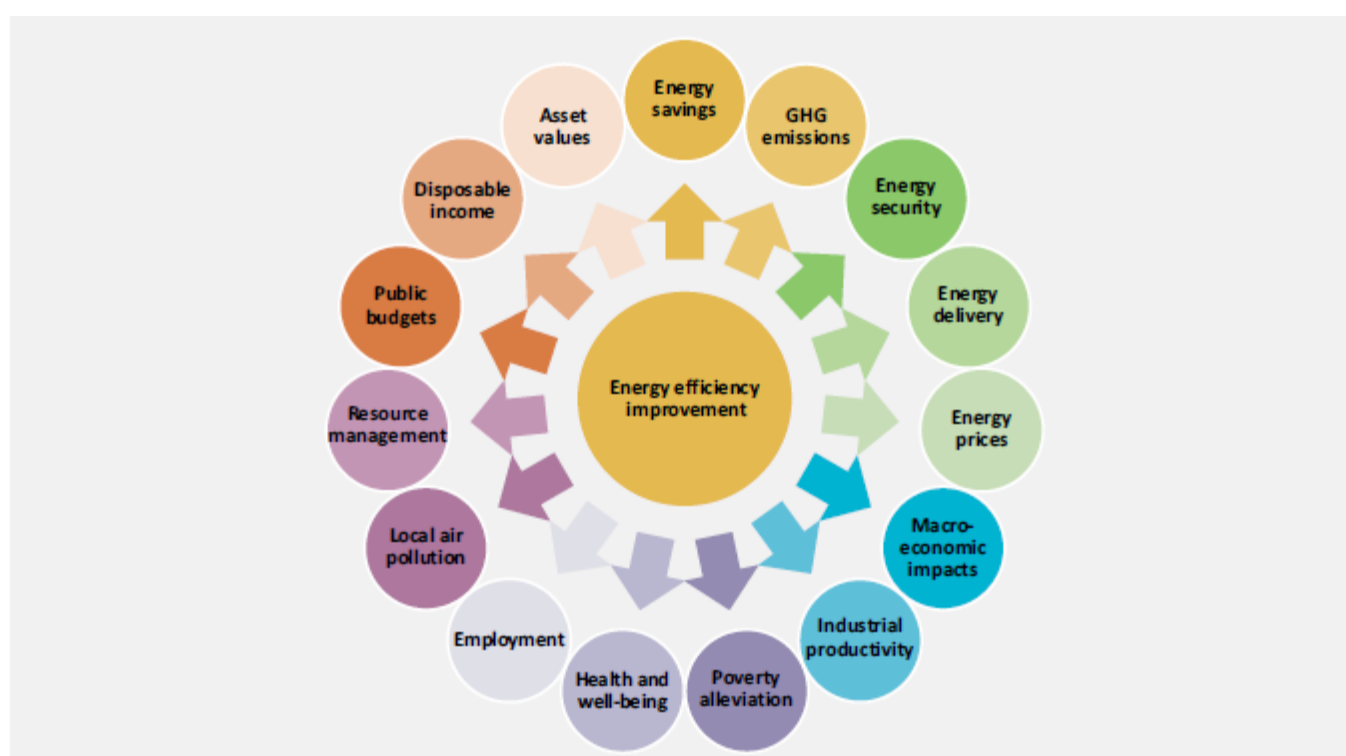


Figura n.º 14 – Os múltiplos benefícios das melhorias da eficiência energética (International Energy Agency c, 2014)

Concretizando alguns destes benefícios, a *International Energy Agency* estima que os seus membros pouparam 490 dólares americanos (USD) *per capita* e um total de 540 biliões USD em despesa energética em 2015 em resultado das melhorias de eficiência energética desde 2000. As emissões evitadas de gases de efeito de estufa totalizaram 1.5 biliões de tonelada de dióxido de carbono em 2015 e 13 biliões cumulativamente desde 2000. A eficiência energética evitou mais de 1 trilião USD em investimento na produção de eletricidade (International Energy Agency a, 2016).

Em particular destaque, encontra-se a redução das emissões de gases de efeito de estufa e da poluição atmosférica devido à melhoria da eficiência energética, tendo mais de metade deste efeito positivo sido conseguido pelo sector da indústria e dos serviços. Este efeito enfatiza a importância das pequenas melhorias de eficiência energética que, quando agregadas, conseguem reduzir significativamente o quantitativo dos gases de efeito de estufa no médio prazo:

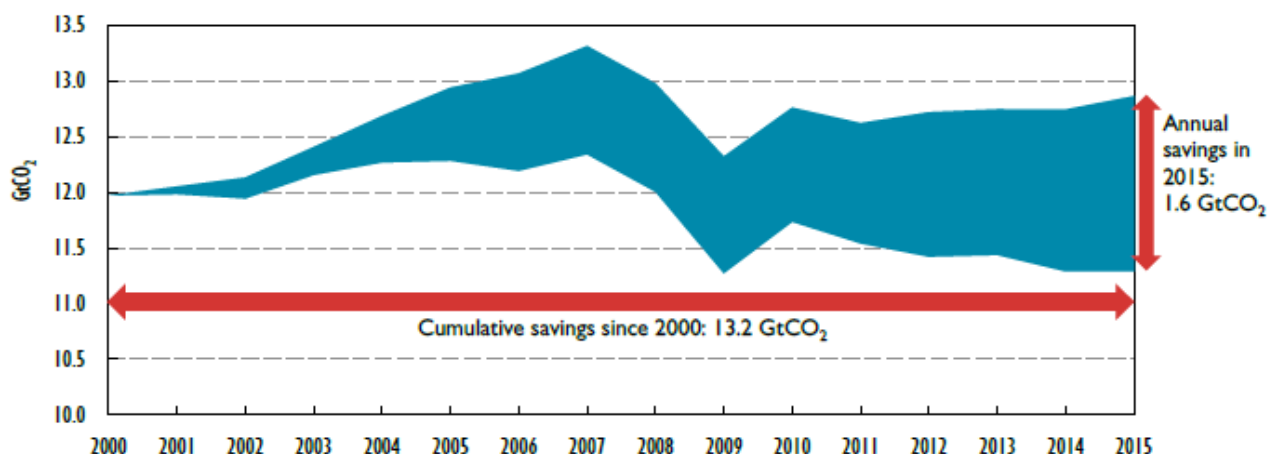


Figura n.º 15 – Emissões de gases de efeito de estufa evitadas pelas melhorias na eficiência energética nos países membros da *International Energy Agency*, 2000-2015 (*International Energy Agency a*, 2016)

No tocante à redução da poluição atmosférica local, a análise da *International Energy Agency* evidencia que o aumento da eficiência energética e a descarbonização do fornecimento de energia, contribui em 40 % para o declínio global das emissões de SO₂, 35 % para o declínio das emissões de NO_x e a uma redução de 60 % das emissões de partículas (PM_{2.5}) para a atmosfera até 2040 (*International Energy Agency a*, 2016).

O desenvolvimento macroeconómico é positivamente influenciado pela eficiência energética, uma vez que a melhoria desta traz benefícios para toda a economia, de modo directo e indirecto. Genericamente, as análises da variação do produto industrial bruto dos países devido a políticas macro de eficiência energética referem crescimentos económicos anuais entre 0.25 a 1.1 % e um potencial de criação de empregos entre 8 a 27 empregos por cada milhão de euros (EUR) investido em medidas de eficiência energética (*International Energy Agency c*, 2014). Outra análise sobre este tema, confirma esta relação positiva entre a eficiência energética e a criação de empregos (*Cambridge Econometrics - E3M Lab / Warwick Institute for Employment Research / ICF International*, 2015).

Outra área em que os benefícios da melhoria da eficiência energética também podem ser observados é na saúde e bem estar. Especificamente, os benefícios potenciais incluem melhorias na condição de saúde através da redução de sintomas respiratórios e

cardiovasculares, reumatismo, artrites e alergias assim como diminuição das lesões, quando se melhora a eficiência energética das habitações (por exemplo, melhoria do isolamento térmico e ajuste às variações do clima). As melhorias na saúde têm um efeito a jusante nos impactes sociais e económicos dos gastos públicos com a saúde, no sentido da sua redução, conforme exemplificado pelas poupanças anuais potenciais da União Europeia de 190 biliões EUR através das medidas de eficiência energética relacionadas com a qualidade do ar interior (International Energy Agency c, 2014).

Por último, é relevante abordar a influência das melhorias da eficiência energética na produtividade industrial em termos latos. O sector industrial aborda habitualmente a energia como um custo operacional e as poupanças energéticas como benefícios incidentais por oposição a uma actividade de criação de valor. No entanto, as melhorias da eficiência energética fornecem outros benefícios substanciais para lá da redução de custos, nomeadamente (International Energy Agency c, 2014):

- aumento da competitividade;
- aumento da lucratividade;
- aumento da produção;
- aumento da qualidade dos produtos;
- melhoria do ambiente de trabalho;
- redução de custos de operação e manutenção;
- conformidade ambiental.

Concluindo, a forte interacção entre a eficiência energética e o desenvolvimento sustentável, assinala uma mudança da visão tradicional da eficiência energética, de conseguir somente reduções na procura de energia, reconhecendo assim o importante papel que desempenha para alcançar melhorias económicas e sociais concretas, ou seja, contribuir efectivamente para o desenvolvimento sustentável (International Energy Agency c, 2014).

3.4 – Desenvolvimento tecnológico e eficiência energética

O desenvolvimento tecnológico tem desempenhado um papel de extrema importância na melhoria da eficiência energética no sector industrial. De facto, a melhoria da tecnologia energética é considerada como o meio mais poderoso e eficaz de melhorar a eficiência energética, conservar a energia e reduzir emissões por inúmeros autores (Sun, Gao, Jia, & Zhang, 2016), (Rexhäuser & Löschel, 2015), (European Commission - RTD - Energy, ENER - Renewables, R&I, Energy Efficiency, JRC – Institute for Energy and Transport, 2016). Este

facto é também confirmado *pela* Agência Internacional de Energia (International Energy Agency e, 2016) e pela recente conferência do clima de Paris (COP21) (International Energy Agency e, 2016).

A melhoria da eficiência energética e a redução da intensidade energética no sector industrial tem sido conseguida com um contributo decisivo da utilização das melhores tecnologias disponíveis na área da energia (He & Wang, 2017). Ainda que o crescimento da economia tenha uma relação direta e positiva com o aumento do consumo de energia, a redução observada da intensidade energética no sector industrial entre 1993 e 2015 de mais de 25 %, tem uma contribuição assinalável do desenvolvimento tecnológico (UNIDO - United Nations Industrial Development Organization, 2015). É também referido na literatura disponível que o progresso tecnológico nas energias renováveis e na conservação de energia é a chave para assegurar um fornecimento de energia seguro e sustentável a custos competitivos (Rexhäuser & Löschel, 2015).

Em termos de políticas de energia, é mundialmente reconhecido que a eficiência energética é um meio importante de garantir crescimento sustentável em termos ambientais e que a melhoria da difusão das tecnologias de eficiência energética é decisiva para esse desígnio (Chiaroni, et al., 2016).

A literatura económica também realça o contributo positivo e direto das melhorias tecnológicas na área da energia para a redução das emissões de dióxido de carbono e para a diminuição dos custos desta redução, enquanto que relatórios do sector industrial demonstram que a implementação das tecnologias existentes de eficiência energética numa escala global poderá conseguir poupanças de 18 a 26 % no consumo de energia primária do sector industrial (Costa-Campi, García-Quevedo, & Segarra, 2015).

Torna-se assim evidente que a investigação e inovação tecnológica na área da energia é necessária para materializar o contributo do sector industrial no combate às alterações climáticas e para a manutenção das melhorias na eficiência energética (European Commission - RTD - Energy, ENER - Renewables, R&I, Energy Efficiency, JRC – Institute for Energy and Transport, 2016).

A análise feita pela Comissão Europeia no âmbito *do Strategic Energy Technology (SET) Plan*, sobre as tecnologias específicas de 8 sectores industriais (representando 98% do consumo de energia industrial final da União Europeia) e o seu contributo para a eficiência energética,

fornece indicações úteis e demonstra claramente a eficácia da tecnologia na eficiência energética, quantificando o potencial da tecnologia sobre a eficiência energética em 71.7 milhões de tonelada equivalente de petróleo (European Commission - RTD - Energy, ENER - Renewables, R&I, Energy Efficiency, JRC – Institute for Energy and Transport, 2016).

4 - Gestão energética no sector industrial

4.1 - Introdução

Nunca até hoje a correta gestão energética no sector de atividade industrial se tornou tão premente. A tendência de aumento dos preços da energia, a crescente exigência regulamentar na área do ambiente e da energia e a pressão oriunda das políticas de eficiência energética são contributos essenciais para o interesse e para as necessidades acrescidas na redução do consumo e dos custos de energia no sector industrial (Schulze, Nehler, Ottosson, & Thollander, 2016) (Bunse, Vodicka, Schoensleben, Brühlhart, & Ernst, 2011) (Thollander, Backlund, Trianni, & Cagno, 2013).

Torna-se assim cada vez mais importante que a gestão e operação das empresas do sector industrial levem em consideração a gestão energética, especialmente nas indústrias de intensidade energética elevada tais como a petroquímica, aço e pasta e papel (Schulze, Nehler, Ottosson, & Thollander, 2016).

Importa também reconhecer que todos os sectores da atividade industrial realizaram melhorias contínuas no seu desempenho energético nos últimos 30 anos (International Energy Agency, 2007) mas existe ainda um grande potencial de eficiência energética por explorar (Schulze, Nehler, Ottosson, & Thollander, 2016) sendo estimado pela Agência Internacional de Energia em mais de metade do seu desempenho energético em termos de intensidade energética (International Energy Agency, 2012).

A pesquisa científica atual aponta, de modo bastante consensual, para a existência duma lacuna de eficiência energética expandida (*extended energy efficiency gap*) com a inclusão do potencial da melhoria na gestão dos processos produtivos na tradicional gestão energética baseada primordialmente na implementação de projetos energéticos baseados em melhorias tecnológicas (Backlund, Thollander, Palm, & Ottosson, 2012).

Esta lacuna de eficiência energética pode ser definida como a discrepância entre a implementação ótima de medidas de eficiência energética rentáveis economicamente e a implementação atual ou real, sendo ilustrada e examinada em inúmeros artigos como por exemplo (Chai & Yeo, 2012), (Thollander & Ottosson, 2008), (Rohdin & Thollander, 2006), tendo muitas vezes como base o trabalho de Jaffe e Stavins (Jaffe & Stavins, 1994).

A existência deste potencial elevado de eficiência energética é também suportado por Waide e Brunner (Waide & Brunner, 2011, p. 13) que o explica, de modo simples - o potencial de eficiência energética dum motor elétrico pode ser relativamente pequeno, mas o potencial de eficiência energética do sistema total do motor (ou unidade operativa em que se insere) pode ser melhorado grandemente através de práticas de gestão desse mesmo sistema.

Conforme referido por Backlund (Backlund, Thollander, Palm, & Ottosson, 2012), pode-se razoavelmente concluir de estudos empíricos efetuados, que um modo rentável de melhorar a eficiência energética é a combinação de investimentos em tecnologias de eficiência energética comprovada com práticas de gestão contínua da energia na instalação industrial.

Levando em consideração a extrema complexidade na melhoria da eficiência energética na indústria e as dificuldades que enfrenta, pode-se concluir pela necessidade forte de implementação duma abordagem sistemática para gerir o uso da energia no sector industrial (Schulze, Nehler, Ottosson, & Thollander, 2016).

4.2 – Gestão energética

Mas, o que significa na prática a gestão energética? Existem várias definições na literatura científica, conforme a compilação efetuada por Schulze (Schulze, Nehler, Ottosson, & Thollander, 2016), sendo a mais antiga a apresentada por O’Callaghan (O’Callaghan & Probert, 1977):

Gestão energética – A gestão energética aplica-se a recursos tais como o fornecimento, conversão e utilização da energia. Essencialmente envolve a monitorização, medida, registo, análise, exame crítico, controlo e direcionamento dos fluxos de material e energia para sistemas de modo a que a menor potência seja gasta para obter objetivos meritórios⁶.

Mais atual é a definição apresentada por Schulze (Schulze, Nehler, Ottosson, & Thollander, 2016), após análise exaustiva da literatura científica relevante para este efeito:

Gestão energética – A gestão energética compreende as atividades sistemáticas, procedimentos e rotinas duma empresa industrial incluindo os elementos estratégia / planeamento, implementação / operação, controlo, organização e cultura e envolvendo

⁶ - Tradução própria de “*Energy management – Energy management applies to resources as well to the supply, conversion and utilization of energy. Essentially it involves monitoring, measuring, recording, analysing, critically examining, controlling and redirecting energy and material flows through systems so that least power expended to achieve worthwhile aims*”.

processos de produção e de suporte, com o objetivo de reduzir continuamente o consumo de energia da empresa e os custos de energia relacionados⁷.

Esta última definição incorpora e conceptualiza adequadamente o conjunto de técnicas e ferramentas individuais referidas em vários artigos científicos sobre os requisitos mínimos para estabelecer e operar a gestão energética com sucesso (Schulze, Nehler, Ottosson, & Thollander, 2016).

É interessante comparar esta definição com a constante da norma ISO 50001 (International Organisation for Standardisation, 2012) no seu ponto 3.9 para sistema de gestão de energia: “Conjunto de elementos inter-relacionados ou interatuantes para estabelecer uma política e objetivos energéticos, bem como estabelecer os processos e procedimentos necessários para a concretização desses objetivos”.

Podemos deduzir desta comparação que esta definição de sistema de gestão de energia está em linha com a definição de gestão energética de Schulze (Schulze, Nehler, Ottosson, & Thollander, 2016), incluindo a estrutura organizacional e de informação, assim como as ferramentas de carácter técnico necessárias para implementar a gestão energética.

Quais são então os elementos recomendados ou mais referidos pela literatura científica atual sobre gestão energética? Schulze (Schulze, Nehler, Ottosson, & Thollander, 2016) agrupou-os em 5 categorias:

- 1 – Estratégia / planeamento.
- 2 – Implementação / operação.
- 3 – Controlo.
- 4 – Organização.
- 5 – Cultura.

No tocante à estratégia e planeamento, são necessários três elementos individualizados que são a necessidade duma política e estratégia de longo prazo para a gestão energética, um processo de planeamento energético e do respetivo processo de estabelecimento de objetivos a nível da empresa e finalmente a necessidade duma abordagem sistemática de gestão do

⁷ - Tradução própria de “*Energy management – Energy management comprises the systematic activities, procedures and routines within an industrial company including the elements strategy / planning, implementation / operation, controlling, organization and culture and involving both production and support process, which aim to continuously reduce the company’s energy consumption and its related energy costs*”.

risco estratégico para minimizar a exposição da empresa aos riscos associados aos usos energéticos (Schulze, Nehler, Ottosson, & Thollander, 2016).

Os elementos prevaletentes ou predominantes nos estudos sobre gestão energética para a categoria de implementação / operação são (Schulze, Nehler, Ottosson, & Thollander, 2016):

- a implementação de medidas de eficiência energética;
- a decisão de investimento em medidas de eficiência energética e;
- a auditoria energética.

Já no que diz respeito à categoria de controlo, Schulze (Schulze, Nehler, Ottosson, & Thollander, 2016) refere a necessidade de contabilização da energia usada, medição do desempenho energético e comparação com referências externas (*benchmarking*).

A categoria de organização inclui a necessidade da existência dum gestor de energia na empresa industrial assim como a atribuição de responsabilidades adequadas, advogando pela integração e padronização dos desafios organizacionais colocados pela gestão energética (Schulze, Nehler, Ottosson, & Thollander, 2016).

Esta categoria é reforçada pelo estudo realizado pela *Carbon Trust* sobre a eficiência energética nas empresas (Winde & Lane, 2010) que conclui que as empresas mais eficientes energeticamente:

- Olham para a eficiência energética como uma tarefa de toda a organização.
- Demonstram liderança desde a gestão de topo.
- Estabelecem objetivos exigentes e acompanham-nos.
- Criam e fomentam adequada responsabilização pelos assuntos energéticos.
- Implementam controlos centralizados ou automatizados.
- Providenciam análise do desempenho energético.

Por último na componente de cultura foram considerados os elementos relacionados com a educação e a formação, a motivação dos colaboradores da empresa e a comunicação interna como elementos chave da gestão energética (Schulze, Nehler, Ottosson, & Thollander, 2016).

Com base nestes cinco elementos, Schulze (Schulze, Nehler, Ottosson, & Thollander, 2016) desenvolveu um modelo conceptual de gestão energética corporativa e integrável na gestão da empresa industrial - *Framework of an integrative energy management*:

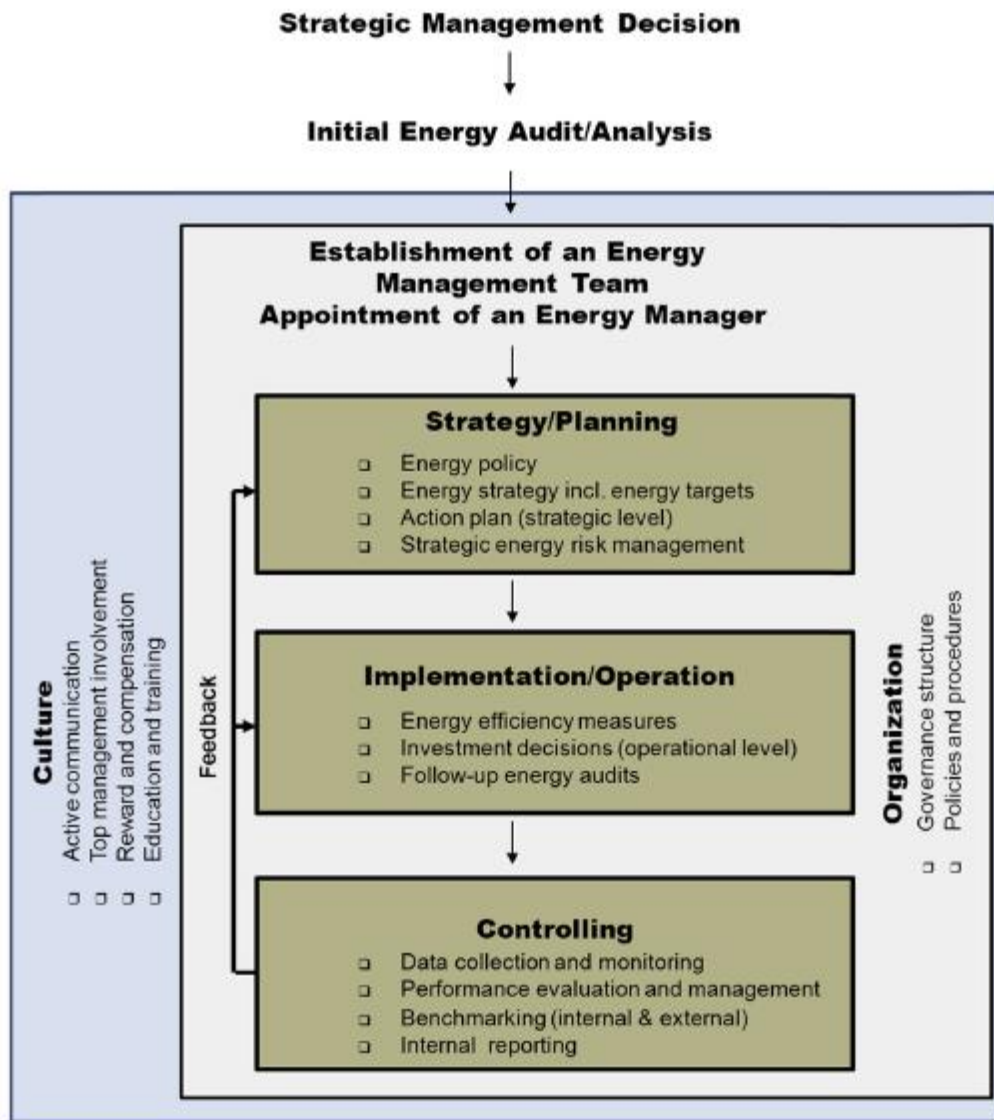


Figura n.º 16 – *Framework of an integrative energy management* (Schulze, Nehler, Ottosson, & Thollander, 2016).

Esta abordagem sistemática à gestão energética constitui, segundo Schulze (Schulze, Nehler, Ottosson, & Thollander, 2016) uma importante força aplicada internamente para a melhoria da eficiência energética através da ligação entre as medidas individuais e a estratégia para a energia, tornando os processos de gestão energética rotineiros assim como a implementação dos indicadores de desempenho, das atribuições e responsabilidades e reforçando a importância da energia para a vida da empresa.

A colocação em prática deste modelo conceptual de gestão, considerando igualmente os cinco elementos referidos, torna mais provável o aumento da eficiência energética das empresas industriais, principalmente devido à implementação de medidas e atividades de eficiência energética de modo contínuo ao longo do tempo (Schulze, Nehler, Ottosson, & Thollander, 2016).

A abordagem sistemática à gestão da energia é também uma recomendação direta do documento de referência das melhores tecnologias possíveis para a eficiência energética da Comissão Europeia (European Commission, 2009), que refere a implementação e adesão a um sistema de gestão da eficiência energética, que incorpore, conforme apropriado às circunstâncias locais, as seguintes características:

- Compromisso da gestão de topo.
- Definição duma política de eficiência energética pela gestão de topo para a instalação.
- Planeamento e estabelecimento de objetivos e metas.
- Implementação e operação através de procedimentos com particular atenção para a estrutura e responsabilidades do pessoal da empresa; formação, sensibilização e competência; comunicação; envolvimento dos empregados; documentação; controlo eficiente dos processos; programas de manutenção; preparação e resposta a emergência; salvaguardar a conformidade com a legislação sobre eficiência energética.
- Comparação de resultados.
- Verificação do desempenho e empreendimento de ações corretivas com particular atenção para: monitorização e medição; ações corretivas e preventivas; manutenção de registos; auditoria interna independente (quando praticável) para determinar se o sistema de gestão da eficiência energética está conforme com as disposições planeadas e foi apropriadamente implementado e mantido.
- Revisão do sistema de gestão da eficiência energética e a sua conveniência, adequação e eficácia pela gestão de topo.
- Consideração do impacte ambiental do eventual encerramento quando se concebe uma nova unidade.
- Desenvolvimento de tecnologias energeticamente eficientes e acompanhamento dos desenvolvimentos nas técnicas de eficiência energética⁸.

Pretendeu-se com este capítulo compilar e sistematizar os principais conceitos e trabalhos científicos de gestão energética no sector industrial com vista à sua utilização posterior no âmbito dos sistemas de gestão de energia.

Procede-se em seguida à compilação e sistematização dos principais conceitos e trabalhos científicos de sistemas de gestão de energia no sector industrial.

⁸ Tradução própria.

5 – Sistemas de gestão de energia ISO 50001:2011

5.1 – Sistemas de gestão

Um sistema de gestão é uma ferramenta para apoio à tomada de decisão numa organização. Formalmente, define-se sistema de gestão como (International Organisation for Standardisation, 2004):

“Conjunto de elementos inter-relacionados ou interactuantes de uma organização para o estabelecimento de políticas e objectivos e de processos para atingir esses objectivos”.

As normas de sistemas de gestão da ISO (*International Organisation for Standardisation*) constituem um modelo para seguir quando se estabelece e opera um sistema de gestão. Tais como outras normas, são o resultado do consenso de peritos internacionais e portanto transportam o conhecimento da experiência de gestão global e das boas práticas associadas (International Organisation for Standardization, 2016).

Estas normas são aplicáveis a qualquer organização, pequena ou grande, qualquer que seja o produto ou serviço e independentemente do sector de atividade. Os benefícios dum sistema de gestão incluem (International Organisation for Standardization, 2016):

- Uso mais eficiente dos recursos.
- Melhor gestão do risco.
- Aumento da satisfação dos clientes uma vez que os produtos e serviços entregam consistentemente o que prometem.

5.2 – Sistemas de gestão de energia

Os sistemas de gestão de energia são ferramentas de gestão para medir, reduzir e melhorar o uso da energia. Weidong (Weidong, Wei, Kunya, Huoyin, & Zhihao, 2011) sugere que para atingir estes objetivos, é requerido que as organizações criem e melhorem os seus processos documentais, supervisionem o desempenho da organização em termos de consumo de energia e que melhorem o sistema, realizando auditorias internas ou revisões pela gestão de topo. O sistema deverá ser autossustentado através das ações corretivas e preventivas necessárias quando são identificadas anomalias ou não conformidades (Weidong, Wei, Kunya, Huoyin, & Zhihao, 2011).

O propósito duma norma de gestão da energia é fornecer um enquadramento organizacional para que instalações industriais integrem a eficiência energética nas suas práticas de gestão, incluindo o ajuste fino de processos produtivos e a melhoria da eficiência energética de sistemas industriais. A gestão energética procura aplicar ao uso da energia, a mesma cultura e melhoria contínua que foi utilizada com sucesso por empresas industriais para melhorar práticas de qualidade e de segurança. Uma norma de gestão de energia é necessária para influenciar o modo como a energia é gerida numa instalação industrial, obtendo redução imediata do consumo de energia através de alterações nas práticas operacionais, assim como na criação dum ambiente favorável para a adoção de tecnologias e medidas de eficiência energética com maior investimento financeiro (McKane, et al., 2009).

Surgiram várias normas de sistemas de gestão de energia em todo o mundo, mas com especial relevância na Europa, onde em 2001 foi publicada a norma DS 2403:2001. Este processo continuou conforme indicado abaixo, apesar da eficiência energética poder ser abordada no âmbito da ISO 14001:2004, até à publicação da norma ISO 50001:2011 em 15 de Junho de 2011. O processo de criação desta norma levou em linha de conta os ensinamentos adquiridos com as suas predecessoras (ISO - International Organization for Standardization, 2011).

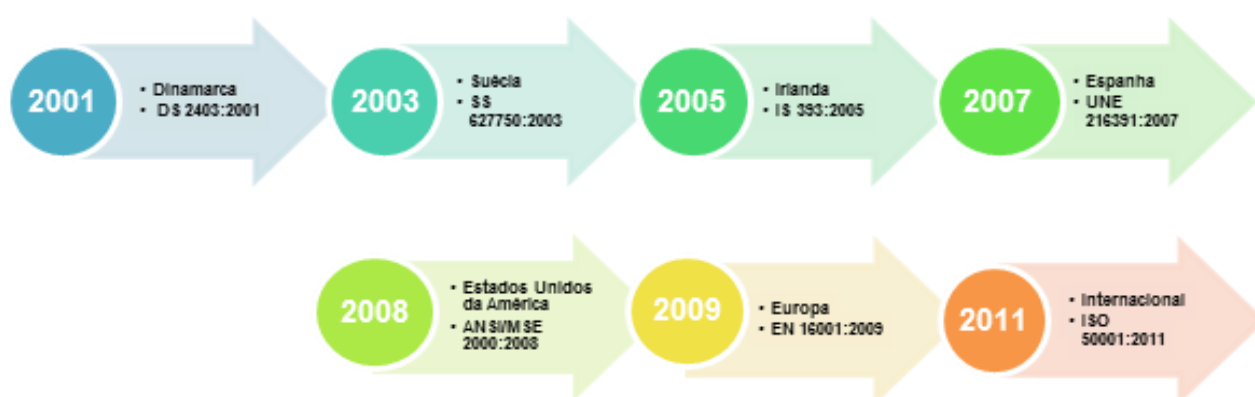


Figura n.º 17 – História do desenvolvimento de normas de sistemas de gestão de energia.

As normas são documentos modelo (*standard*), estabelecidos por consenso e aprovados por um organismo internacionalmente reconhecido, que definem requisitos, especificações, linhas de orientação ou características que podem ser utilizadas consistentemente, permitindo facilitar o processo de implementação de um sistema de gestão dentro de uma instituição, assegurando desta forma, a utilização de materiais, produtos, processos e serviços apropriados para o fim a que se destinam. A contribuição de especialistas internacionais, com vasta experiência nos temas abordados pelas normas e em áreas como a gestão, reforça a credibilidade destes documentos (ISO - International Organization for Standardization, 2011).

A aplicação destes documentos apresenta benefícios tecnológicos, económicos e sociais. Estes ajudam a harmonizar as especificações técnicas de determinados serviços ou produtos, promovendo uma indústria mais eficiente e exigente, e a quebrar barreiras, apoiando as trocas comerciais a nível global. A sua conformidade assegura que os produtos e serviços sejam de boa qualidade, seguros, eficientes e ambientalmente sustentáveis, perante os consumidores. (ISO - International Organization for Standardization, 2011).

Em Fevereiro de 2008, o *Technical Management Board* da Organização Internacional de Normalização (ISO) aprovou o estabelecimento dum novo Comité Técnico ISO/TC 242 – *Energy Management* – para desenvolver a nova norma ISO de sistema de gestão de energia, a pedido da Organização de Desenvolvimento Industrial das Nações Unidas (UNIDO). O *American National Standards Institute* (ANSI) e a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) constituíram conjuntamente o Secretariado do TC 242 para liderar o desenvolvimento da ISO 50001 (ISO - International Organization for Standardization, 2011).

Qual foi a motivação para a criação da ISO 50001? Sendo a energia crítica para as operações dum organização pode também ser um dos principais custos, independentemente do sector de atividade. Este conceito é bem ilustrado pela consideração do uso da energia em toda a cadeia de valor dum negócio, das matérias-primas à reciclagem (ISO - International Organization for Standardization, 2011).

Para lá dos custos económicos da energia numa organização, a energia pode impor custos ambientais e sociais através do esgotamento dos recursos e da contribuição para problemas como as alterações climáticas (ISO - International Organization for Standardization, 2011).

Por outro lado, conforme referido por Amundsen (Amundsen, 2000), ainda que a norma ISO 14001:2004 relativa a sistemas de gestão ambiental também aborde as questões energéticas, por via dos impactes ambientais associados, poder-se-ia supor que a gestão energética deveria ser integrada num sistema de gestão ambiental. Conclui-se neste trabalho que tal não acontece. Esta falta de eficácia na gestão energética através da ISO 14001, referida por Amundsen nas suas conclusões, constituiu outra justificação para a criação da ISO 50001, enquanto referencial específico para um sistema de gestão de energia.

Em 2011 foi finalizado o processo de desenvolvimento, e ratificada pelo Comité Europeu de Normalização (CEN), a nova norma ISO 50001:2011, voltada principalmente para os sectores da indústria e serviços, a fim de substituir a norma EN 16001:2009 e outros referenciais

semelhante, pretendendo auxiliar as organizações a estabelecerem os sistemas e processos necessários à melhoria da eficiência energética (ISO - International Organization for Standardization, 2011).

A norma ISO 50001:2011 faz parte da categoria de normas de sistemas de gestão ISO.

Em termos da adesão das organizações a esta nova norma, pode-se referir que o número de empresas certificadas ISO 50001, de acordo com o ISO Survey 2015 (International Organisation for Standardisation (ISO), 2015), é de:

Norma	Número de certificados no final de 2015
ISO 50001:2011	11985

Tabela n.º 3 – Certificações ISO 50001 no final de 2015

Nesta altura, a norma ISO 50001, já iniciou o seu processo de revisão e em Junho de 2016, o Comité Técnico ISO/TC 242, transformado em Comité Técnico TC 301, reuniu em Estocolmo para discutir as revisões. Depois desta reunião, a informação atualmente disponível indica que a nova norma ISO 50001:2019 será eventualmente publicada em Janeiro de 2019 (LRQA, Lloyd's Register Quality Assurance, 2016).

5.3 – Apresentação da norma ISO 50001:2011

A norma ISO 50001:2011 tem como objetivo permitir que as organizações estabeleçam os sistemas e processos necessários para melhorar o desempenho energético, incluindo a eficiência energética, uso e consumo de energia. Pretende-se que a implementação desta norma conduza a uma redução das emissões de gases de efeito de estufa e de outros impactes ambientais relacionados, e custos de energia, através de uma gestão sistemática da energia (International Organisation for Standardisation, 2012).

Além da norma ISO 50001:2011, foram publicadas várias normas complementares, conhecidas como série ISO 50000, que são (International Organisation for Standardization, 2016):

- ISO 50002:2014 – Auditorias energéticas – Requisitos com orientação para o seu uso.
- ISO 50003:2014 – Sistemas de gestão de energia - Requisitos para os organismos de auditoria e certificação de sistemas de gestão de energia.
- ISO 50004:2014 – Sistemas de gestão de energia - Orientação para a implementação, manutenção e melhoria de sistemas de gestão de energia.

- ISO 50006:2014 – Sistemas de gestão de energia - Princípios gerais de orientação para a medição do desempenho energético através do uso consumo energético de referência e de Indicadores de Desempenho Energético.
- ISO 50015:2014 – Sistemas de gestão de energia - Princípios gerais de orientação para a medição e verificação do desempenho energético das organizações.

5.4 – Requisitos da norma ISO 50001:2011

Esta norma é baseada na metodologia conhecida como *Plan-Do-Check-Act* (PDCA) e incorpora a gestão de energia nas práticas diárias das organizações. Esta metodologia de controlo de processos (PDCA), aplicada à gestão da energia, pode ser descrita da seguinte forma:

- *Plan* (planear): realizar a avaliação energética e estabelecer a linha de base, os indicadores de desempenho energético (IDEs), os objetivos, metas e planos de ação necessários para produzir resultados que vão melhorar o desempenho energético de acordo com a política de energia da organização;
- *Do* (executar): implementar os planos de ação de gestão de energia;
- *Check* (verificar): monitorizar e medir os processos e as características chave das operações que determinam o desempenho energético face à política energética e aos objetivos, e relatar os resultados;
- *Act* (atuar): empreender ações que visem melhorar continuamente o desempenho do SGE. (International Organisation for Standardisation, 2012).

Para alcançar a melhoria contínua, este ciclo de quatro fases têm de ser cumprido de forma continuada e sistemática. Para tal foram estabelecidos os seguintes requisitos do SGE:

- Requisitos gerais.
- Responsabilidade da gestão.
- Política energética.
- Planeamento energético.
- Implementação e operação.
- Verificação.
- Revisão pela gestão.

Apresenta-se em seguida um pequeno resumo interpretativo destes requisitos.

Requisitos gerais

Ponto de partida da ISO 50001, esta cláusula exige que a organização estabeleça, implemente, documente, mantenha atualizado e melhore um sistema de gestão de energia.

Solicita que seja identificado o campo de aplicação e o âmbito deste último. O âmbito representa os limites geográficos ou organizacionais, conforme definidos pela organização (por exemplo, as unidades processuais abrangidas), enquanto o campo de aplicação representa o conjunto das atividades, instalações e processos que a organização trata através de um sistema de gestão de energia (por exemplo, desenvolvimento e produção de bebidas excluindo transporte e distribuição).

O conceito de desempenho energético inclui o uso de energia, o consumo de energia e a eficiência energética. Assim a organização pode escolher de entre uma vasta gama de atividades que promova a melhoria do desempenho energético. Por exemplo, a organização pode reduzir a ponta de consumo, utilizar excedentes de energia ou energia desperdiçada, ou melhorar a operação dos seus sistemas, processos ou equipamentos (International Organisation for Standardisation, 2012).

Este conceito é exemplificado no diagrama seguinte:

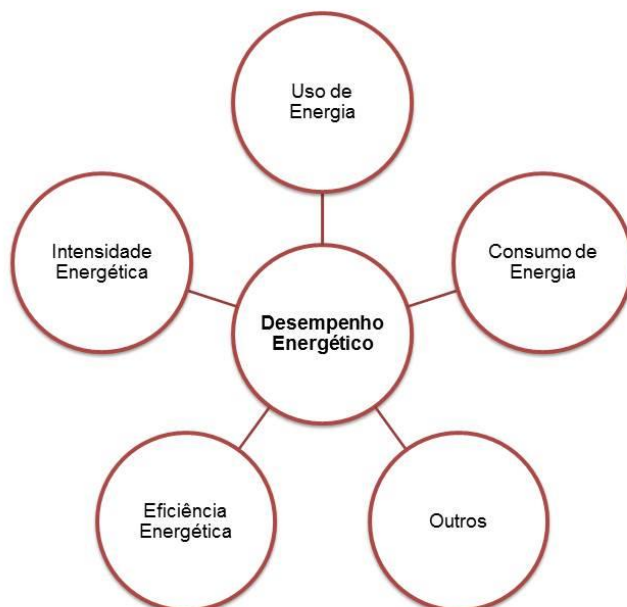


Figura n.º 18 – Representação conceptual do desempenho energético (International Organisation for Standardisation, 2012).

Além da contribuição do uso de energia, do consumo de energia e da eficiência energética para o desempenho energético, deve também ser considerada a intensidade energética no conceito de desempenho energético, assim como outros (por exemplo, a produção própria de energias renováveis).

Responsabilidade da gestão

A ISO 50001 define claramente os requisitos em relação à gestão de topo (cláusula 4.2.1) e aos representantes da mesma (cláusula 4.2.2). Estas duas cláusulas detalham os compromissos e responsabilidades necessárias para assegurar a eficácia do SGE (International Organisation for Standardisation, 2012).

O envolvimento e compromisso da gestão de topo são fundamentais porque dão corpo à liderança necessária, estabelecem as diretrizes e providenciam os recursos indispensáveis. Para isso foi estabelecido um conjunto de responsabilidades e atribuições conforme referido nos pontos a) a j) da cláusula 4.2.1. Exige-se a identificação dum representante da gestão que tem responsabilidades definidas nos pontos a) a h) da cláusula 4.2.2. Além disso, a cláusula 4.2.1 estipula que a gestão de topo deve aprovar a constituição de uma equipa responsável pela gestão da energia. Por sua vez, a cláusula 4.2.2 especifica que o representante da gestão deve nomear um ou vários indivíduos para gerirem as atividades de gestão de energia.

Política energética

Tal como para todas as normas de sistema de gestão ISO atualmente publicadas, a ISO 50001 exige a implementação de uma política energética, definida pela gestão de topo e adaptada à natureza e à amplitude do consumo energético da organização.

A política energética deve incluir, claramente, determinados compromissos específicos:

- Compromisso em matéria de melhoria contínua do desempenho energético.
- Compromisso em matéria de disponibilidade das informações e dos recursos necessários para realizar os objetivos.
- Compromisso em matéria de cumprimento, por parte da organização, dos requisitos legais e demais requisitos em termos de consumo e rendimento energéticos.

Além disso, a política energética deve cumprir com os requisitos definidos nos pontos a) a h) da cláusula 4.3. Estes requisitos visam, entre outras coisas, garantir que a organização se compromete a adquirir produtos e serviços eficientes do ponto de vista energético e

acompanha a implementação de medidas de melhoria do desempenho energético. Estes requisitos estão alinhados com as cláusulas relativas à conceção (4.5.6) e ao aprovisionamento (4.5.7).

A política de energia deverá ser documentada e comunicada a todos os níveis da organização. A política energética da organização é a pedra angular do sistema de gestão de energia e, como tal, deve claramente definir os seus compromissos, objetivos e expectativas nesta matéria. A política energética é o motor da implementação e melhoria do SGE e do desempenho energético da organização dentro do seu âmbito e campo de aplicação.

Planeamento energético

Uma vez implementada a base do SGE conforme descrito anteriormente, a ISO 50001 exige a realização de várias atividades de planeamento. Deve ser executado e documentado um processo de planeamento energético que reflita as necessidades da política energética e contribua para a melhoria contínua do desempenho energético da organização. Este planeamento deve incluir a revisão das atividades que possam afetar o desempenho energético.

A figura seguinte é um diagrama conceptual que visa melhorar a compreensão do processo de planeamento energético:

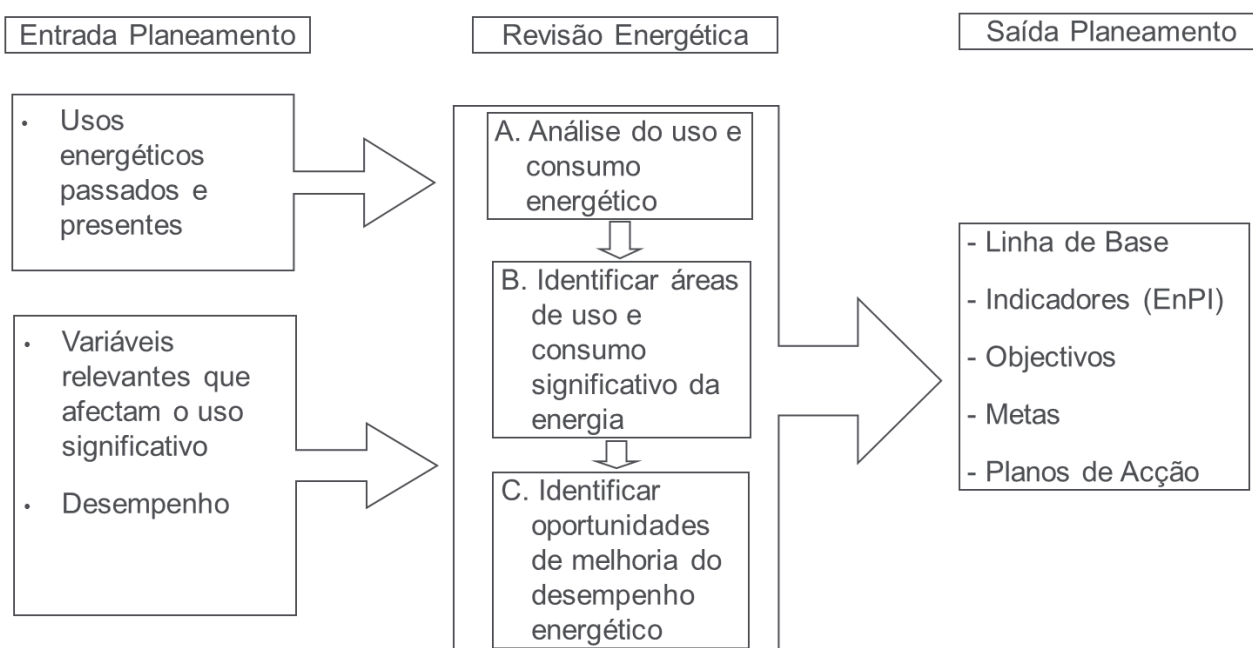


Figura n.º 19 – Diagrama conceptual do processo de planeamento energético (International Organisation for Standardisation, 2012).

Desta figura, é evidente a necessidade de pensar o planeamento energético como um processo, identificando claramente as entradas (usos energéticos passados e presentes, variáveis relevantes que afetam estes usos energéticos, desempenho energético presente – avaliação energética, cláusula 4.4.3), realizando em seguida uma série de atividades designadas por revisão energética, com vista à obtenção das saídas indicadas que serão abordadas em seguida.

Como atividade inicial do planeamento, os requisitos, legais e outros, relativos ao uso e consumo da energia e à eficiência energética devem ser claramente identificados (cláusula 4.4.2). Na maioria das organizações, este processo de identificação é efetuado através de um controlo regulamentar que regista os requisitos, legais ou outros, aplicáveis. Este trabalho de documentação constitui, frequentemente, o método mais fácil para demonstrar que a organização cumpre com todos os requisitos necessários. Uma vez identificados estes últimos, a organização deve assegurar que os requisitos legais aplicáveis ou relevantes são acedidos e transpostos para o SGE de modo a garantir a sua conformidade.

A avaliação energética (cláusula 4.4.3) constitui a cláusula seguinte. Aqui, a organização deve analisar o seu consumo energético a partir das leituras e de outros dados como, por exemplo, identificando as fontes de energia atuais e avaliando o seu consumo energético passado e presente. Uma vez concluída esta análise, os resultados são usados para:

- 1 - Identificar as áreas de uso significativo de energia (instalações, equipamentos, sistemas, processos, pessoas).
- 2 - Identificar igualmente as diferentes variáveis que afetam o uso significativo de energia como a temperatura ou os níveis de produção.
- 3 - De seguida, determinar o grau de desempenho energético atual dos consumos energéticos significativos.
- 4 – Estimar os usos e consumos futuros de energia.

É ainda necessário identificar, ordenar e registar as oportunidades de melhoria do desempenho energético. Estas oportunidades podem dizer respeito às fontes de energia: por exemplo, considerar o uso de energias renováveis como a energia eólica ou solar.

Durante esta avaliação energética, devem ser identificados os consumos energéticos de referência utilizando as informações provenientes da avaliação energética inicial. Estes consumos devem ser estabelecidos com base num período temporal pertinente (que corresponde frequentemente a um exercício de 12 meses), refletindo os usos e consumos de energia nesse período.

O consumo energético de referência será posteriormente utilizado para determinar as eventuais melhorias do desempenho energético da organização por meio de comparação direta. O consumo energético de referência deverá ser atualizado em função das necessidades e na sequência de modificações importantes nos processos, nos modelos operacionais ou nos sistemas energéticos.

Para garantir o acompanhamento e a medição do desempenho energético, devem ser definidos indicadores de desempenho energético (IDE) adequados e uma metodologia de identificação e atualização destes indicadores conforme indicado na cláusula 4.4.5. Para comprovar a melhoria do desempenho energético, estes IDE deverão ser definidos inicialmente aquando da determinação do consumo energético de referência e revistos continuamente a partir daí, sempre por comparação com os consumos energéticos de referência.

Tal como no caso das diversas normas de sistemas de gestão, a última parte do planeamento do SGE consiste em definir objetivos de melhoria documentados que sejam consistentes com a política energética na cláusula 4.4.6. Para este efeito, devem ser levados em linha de conta as exigências legais e regulamentares, usos significativos de energia e oportunidades de melhoria do desempenho energético identificadas na avaliação energética. Deve também considerar as opções tecnológicas, e os requisitos financeiros, operacionais e de negócio e ainda os pontos de vista das partes interessadas (International Organisation for Standardisation, 2012). No âmbito da ISO 50001:2011, deverão ser estabelecidos e atualizados periodicamente planos de ação documentados, demonstrando que as suas ações foram concluídas. Os planos de ação devem incluir (International Organisation for Standardisation, 2012):

- A designação das responsabilidades.
- Os meios e os prazos para cumprimento de cada meta.
- A definição do método através do qual uma melhoria do desempenho energético deve ser alcançada.
- A definição do método de verificação de resultados.

Implementação e operação

A organização deve basear-se nos planos de ação e nos outros resultados provenientes do processo de planeamento para implementar o sistema de gestão de energia.

Do mesmo modo, tal como para outras normas, a ISO 50001 obriga a organização a garantir que todas as pessoas (incluindo os funcionários, os trabalhadores temporários e os

fornecedores e subcontratados) que trabalhem para ou em nome da organização sejam suficientemente competentes, ou seja, que disponham de adequada escolaridade, formação ou experiência. Por outro lado, qualquer pessoa que trabalhe para ou em nome da organização deve estar consciente dos requisitos específicos da cláusula 4.5.2, pontos a) a d), no tocante à importância da conformidade em relação à política energética, dos requisitos de um sistema de gestão de energia, dos seus papéis e responsabilidades, das vantagens de um desempenho energético melhorado e, por fim, do impacto das suas atividades na realização dos objetivos e metas energéticos. Estes requisitos visam garantir que todos participam ativamente na gestão da energia e que têm adequada consciência dos seus papéis no sistema de gestão de energia.

Os processos de comunicação interna servem para informar as pessoas sobre o desempenho energético da organização de modo a permitir que todos os que trabalham para ou em nome da organização possam introduzir comentários ou sugestões de melhoria no sistema de gestão de energia. No que respeita às comunicações externas, é necessário decidir sobre qual a comunicação a efetuar e posteriormente, estabelecer e implementar um método para tal.

As cláusulas 4.5.4.1 e 4.5.4.2 da norma ISO 50001 enumeram os requisitos mínimos da ISO 50001 em matéria de documentação, ou seja, a necessidade de estabelecer, implementar e manter informação em papel, formato digital ou noutra, que descreva os principais elementos do sistema de gestão de energia e suas interações, referindo que a extensão da documentação pode variar para as diferentes organizações devido à dimensão e tipos de atividade, devido à complexidade dos processos e suas interações e devido à competência dos recursos humanos. Exige também o estabelecimento, implementação e manutenção de procedimentos para, entre outras coisas, o controlo dos documentos e a identificação das modificações com o objetivo de “documento certo no local certo”.

Já no tocante à cláusula relativa ao controlo operacional (4.5.5), é requerido que a organização identifique e planeie as operações e atividades de manutenção relacionadas com os usos significativos de energia consistentes com a sua política energética, objetivos, metas e planos de ação a garantir a sua execução em conformidade com as condições especificadas. Para isso, devem ser estabelecidos critérios para uma efetiva operação e manutenção dos usos significativos de energia, deve operar e manter as instalações, processos, sistemas e equipamentos, de acordo com os critérios operacionais e deve, por último, comunicar adequadamente o controlo operacional da organização a cada pessoa que nela, ou para ela, trabalhe.

A cláusula relativa à concepção (4.5.6) diz respeito à concepção das instalações, dos equipamentos, dos sistemas e dos processos novos, modificados e renovados que possam ter um impacto significativo no desempenho energético da organização. Solicita portanto que a organização considere as oportunidades de melhoria do desempenho energético na execução de atividades de concepção. Quando necessário, deve integrar os resultados da avaliação do desempenho energético na elaboração dos cadernos de encargos e das aquisições referentes aos projetos de concepção.

A organização deve informar os seus fornecedores, que a contratação é parcialmente avaliada com base no desempenho energético, aquando do aprovisionamento de serviços de energia, de produtos e de equipamentos que têm, ou podem ter impacto significativo no desempenho energético. Deverá igualmente estabelecer e implementar critérios de avaliação do uso, consumo e eficiência energética ao longo da vida útil, prevista ou esperada dos produtos, equipamentos e serviços de energia adquiridos. As especificações em matéria de compra de energia devem igualmente ser definidas e documentadas.

Verificação

No âmbito deste conjunto de requisitos da ISO 50001:2011, a cláusula 4.6.1 estipula que a organização deve controlar, medir e analisar as características chave das atividades que determinam o seu desempenho energético. Estas características devem incluir, no mínimo, as que constam dos pontos a) a e) desta cláusula, em especial os indicadores de desempenho energético e a eficácia dos planos de ação. Os resultados deverão ser registados. Além disso, deverá definir e implementar um plano de medição da energia adequado à dimensão e complexidade da organização e aos seus equipamentos de medida. A intenção primária desta cláusula é o conhecimento profundo, através de monitorização, medição e análise, dos usos significativos de energia e outros resultados da avaliação energética e das variáveis relevantes relacionadas com os usos significativos de energia de modo a poder atuar decisivamente no sentido da melhoria da eficiência energética.

Cabe à organização determinar os meios e métodos de monitorização apropriados e também a definição e revisão periódica das suas necessidades de medição, assegurando em sequência que o equipamento utilizado fornece dados exatos e repetíveis. Por último, qualquer desvio significativo nos desempenhos energéticos (por exemplo: picos de consumo inesperados) deve ser analisado e corrigido. Além disso, todos os dados deverão ser registados de forma adequada.

Na cláusula 4.6.2 da norma ISO 50001:2011, é requerido que a organização avalie o cumprimento das exigências legais e outros requisitos que tenha subscrito relacionados com o uso e consumo de energia em intervalos planeados, mantendo registos dos resultados. Pretende-se assim conhecer o nível de conformidade legal e atuar preventivamente na resolução de questões legais.

Um mecanismo importante da fase de verificação da norma ISO 50001 é a auditoria interna ao SGE, que deve ser realizada em intervalos planeados para assegurar que este está em conformidade com as disposições planeadas para a gestão da energia incluindo os requisitos da norma ISO 50001:2011, que está em conformidade com os objetivos energéticos e metas estabelecidas e que é efetivamente implementado, mantido e melhorado o desempenho energético.

A cláusula 4.6.4 aborda os requisitos necessários para a organização tratar as não conformidades, existentes e potenciais, fazendo correções e implementando ações corretivas e preventivas, devendo estas serem apropriadas à magnitude dos problemas existentes ou potenciais e às suas consequências para o desempenho energético, assegurando igualmente que são efetuadas todas as alterações necessárias ao SGE.

Por último, a organização deve estabelecer e manter registos, conforme necessário, para demonstrar a conformidade com os requisitos do SGE e da norma ISO 50001:2011, e para demonstrar os resultados alcançados do seu desempenho energético, definindo e implementando controlos para a identificação, recuperação e conservação dos registos.

Revisão pela gestão

Este é o requisito (4.7) relativo à atuação (*act*) do ciclo de melhoria contínua PDCA e solicita que a gestão de topo, em intervalos planeados, reveja o SGE da organização para assegurar a sua contínua conveniência, adequação e eficácia, mantendo registos da mesma.

São detalhados claramente os diferentes campos a serem integrados no processo de revisão, bem como os resultados esperados. A revisão pela gestão é essencial para implementar um sistema eficaz. Permite à gestão de topo beneficiar de uma visão global do sistema, verificando assim a adequação da política energética, a revisão do desempenho energético via indicadores de desempenho energético, o cumprimento da norma via resultados das auditorias ao SGE, o

cumprimento das regulamentações legais entre outros, determinando assim se a norma ISO 50001:2011 está adaptada à organização e se o SGE oferece os resultados esperados.

A revisão pela gestão avalia e decide sobre a estratégia e as ações para a evolução do SGE no tocante ao desempenho energético da organização, à política energética, aos indicadores de desempenho energético, aos objetivos, metas e melhoria contínua e à alocação de recursos.

O enquadramento dos requisitos da norma ISO 50001:2011 com o ciclo PDCA pode ser representado da seguinte forma:

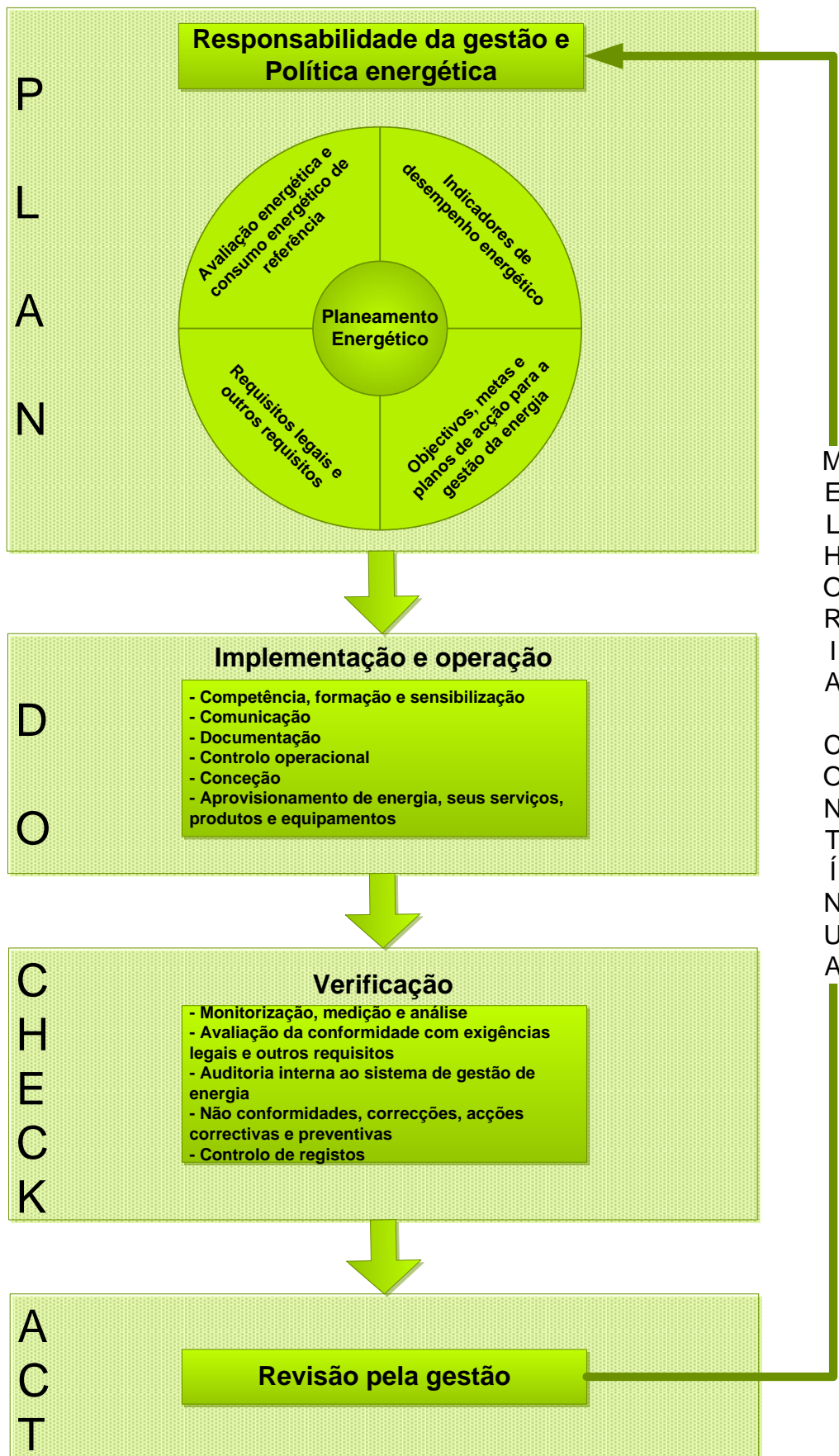


Figura n.º 20 – Requisitos da norma ISO 50001:2011 e ciclo de melhoria contínua.

5.5 – Implementação de sistemas de gestão de energia – motivações

A implementação de sistemas de gestão de energia baseados na norma internacional ISO 50001:2011 já decorre há tempo suficiente (seis anos) para que as motivações da sua adoção já possam ser conhecidas e estudadas. Têm sido objeto de inúmeros artigos e estudos, dos quais tentei selecionar os mais relevantes e sistematizar as suas conclusões.

Por exemplo, no estudo sobre a implementação de sistemas de gestão de energia baseados na ISO 50001:2011 em Espanha, conduzido pela Universidade de Girona (UdG) e pela Universidade do País Basco (UPV/EHU), que deu origem ao livro *ISO 50001 Impact*, (Wulandari, Laskurani, Casadesús Fa, & Heras-Saizarbitoria, 2014) é referido que as 3 principais motivações para a adoção da ISO 50001 são de carácter interno:

- melhoria da eficiência energética;
- promoção da sensibilização energética entre os colaboradores;
- compromisso da gestão de topo.

Já o inquérito internacional realizado pelo organismo de certificação francês AFNOR sobre as práticas de gestão energética de organizações certificadas segundo a ISO 50001 e publicado em Setembro de 2015 (AFNOR Energies, 2015), declara como principais motivações:

- obtenção da certificação;
- a necessidade de realizar poupanças financeiras através da gestão da energia;
- a estratégia corporativa;
- a oferta de ajudas financeiras incluindo subsídios;
- o custo crescente da energia e/ou do carvão (no passado e/ou no futuro);
- a necessidade de estruturar e racionalizar a situação existente.

Metade das setenta e oito organizações inquiridas (das quais 80% são do sector industrial e da energia), referem como motivador significativo, o corte nas suas emissões de gases de efeito de estufa (AFNOR Energies, 2015).

Já o artigo publicado por Samarakoon e Rajini (Samarakoon & Rajini, 2013), na sua revisão literária, identifica como fatores de motivação principais na decisão de implementação da ISO 50001:

- Reconhecimento e recompensas internas e externas.
- Redução de custos.
- Envolvimento da gestão de topo.

- Redução do impacto ambiental no tocante às emissões de gases de efeito de estufa.
- Norma inovadora, flexível e escalável.
- Melhoria do desempenho da organização.
- Integração no sistema de gestão.
- Garantia de segurança no abastecimento energético.

Por último, resumindo a experiência acumulada do organismo de certificação Lloyd's Register Quality Assurance (LRQA), nesta área, foram identificadas pelos seus auditores e diretores, como principais motivações para a implementação e certificação da norma internacional ISO 50001, imediatamente após a sua publicação (Lloyd's Register Quality Assurance (LRQA), 2011):

- Assistir as organizações a usar melhor os seus ativos energeticamente relevantes.
- Facilitar a transparência e a comunicação sobre a gestão dos recursos energéticos.
- Promover as melhores práticas de gestão energética.
- Assistir as instalações na avaliação e priorização da implementação de novas tecnologias de eficiência energética.
- Providenciar um enquadramento para a eficiência energética na cadeia de fornecimento.
- Facilitar as melhorias de gestão energética para projetos de redução de emissões de gases de efeito de estufa.
- Integração com sistemas de gestão existentes na organização.

Ficam assim listadas as principais motivações para a implementação de sistemas de gestão de energia.

5.6 – Implementação de sistemas de gestão de energia – benefícios

Torna-se também relevante analisar com alguma profundidade, quais os benefícios da implementação de sistemas de gestão de energia, baseados na norma internacional ISO 50001:2011 com base na experiência acumulada desde a sua publicação.

Para este efeito, foi realizada uma extensa revisão bibliográfica com o objetivo de identificar os benefícios e vantagens reportadas pelos utilizadores, ou seja, as organizações que implementaram a norma internacional ISO 50001 com foco no sector industrial. Foram consideradas contribuições de várias áreas geográficas no mundo e de vários sectores de atividade industrial.

Foram então listados todos os benefícios da implementação de sistemas de gestão de energia identificados pelos autores, procedendo-se em seguida à sua comparação em termos de semelhança.

Neste âmbito, foi possível obter uma ideia razoável dos tipos e magnitude destes benefícios, de forma qualitativa, considerando o agrupamento por semelhança de conteúdo do benefício reportado, conforme descrito na tabela abaixo:

Benefício	1	2	3	4	5	6	7
Poupanças energéticas – custo da energia	√	√	√	√	√	√	√
Poupanças energéticas – quantidade de energia consumida	√	√	√	√	√	√	√
Aumento da competitividade da organização		√	√		√	√	
Descoberta de oportunidades não identificadas de melhoria da eficiência energética sem ou a baixo custo	√		√			√	√
Aumento da confiança e envolvimento da gestão de topo nos resultados energéticos devido à verificação e certificação	√			√		√	√
Sensibilização da comunidade envolvente e outras partes interessadas para o aumento da sustentabilidade da organização	√		√	√		√	
Identificar incrementos potenciais de eficiência por parâmetros operacionais, medidas de manutenção e alterações tecnológicas			√		√	√	√
Padronizar atividades de operação e manutenção energética			√		√	√	√
Redução dos impostos energéticos				√			√
Fator de progresso de longo prazo na organização					√		
Integração da gestão energética no sistema de gestão da empresa			√			√	√
Melhoria da comunicação efetiva do valor da melhoria contínua da energia na organização	√		√			√	
Aumento da credibilidade dos cálculos de poupança de energia	√						
Retorno do investimento com a implementação da ISO 50001 assegurado a curto prazo	√				√		
Ferramenta para melhor identificação de zonas de consumo de energia					√	√	√
Realização de diagnósticos energéticos detalhados: estáticos e dinâmicos			√				
Implementar um sistema de medição de energia em sítios chave			√			√	
Estabelecer sequências de alteração de produtos com consumo mínimo de energia			√		√		

Tabela n.º 4 – Benefícios da implementação da ISO 50001:2011

Benefício	1	2	3	4	5	6	7
Estabelecer métodos para elaborar, aprovar e fazer seguimento dos orçamentos energéticos em cada área produtiva			√				
Obtenção de seguros a custos mais razoáveis devido ao controlo efetuado reduzir a probabilidade de acidentes e avarias			√				
Demonstração do cumprimento da legislação aplicável em matéria de energia			√		√		
Demonstração aos clientes do compromisso de gestão energética			√	√			
Acesso a incentivos financeiros de eficiência energética				√	√		√
Melhoria do processo de negociação de energia					√		
Meio de dar prioridade às ações estratégicas na energia					√		√
Aumento das competências e capacidades dos colaboradores					√	√	√
Melhor compreensão da necessidade e fornecimento de energia						√	
Diminuição do impacte ambiental							√
Partilha de boas práticas de eficiência energética nas diversas áreas da organização							√

Tabela n.º 5 – Benefícios da implementação da ISO 50001:2011

Fontes usadas:

N.º	Referência	Base geográfica
1	(Tutterow, 2014)	Estados Unidos da América
2	(Bonacina, Corsini, De Propris, Marchegiani, & Mori, 2015)	Itália
3	(Laskurain I. , 2015)	Espanha
4	(Lee K.-H. , 2015)	Coreia do Sul
5	(AFNOR Energies, 2015)	França, Alemanha, Taiwan, Reino Unido, Rússia e Marrocos
6	(Panvini & Piantoni, 2014)	Noruega, Dinamarca, Eslováquia, Suécia, Itália, Reino Unido, França
7	(Swedish Energy Agency, 2013)	Suécia

Tabela n.º 6 - Referências bibliográficas dos benefícios da ISO 50001:2011.

Conforme se pode ver, são reportadas inúmeras vantagens / benefícios, sendo de realçar a unanimidade em volta das poupanças energéticas, tanto em termos de custo da energia como em quantidade de energia consumida.

Parecem também obter algum consenso os seguintes benefícios:

- Aumento da competitividade da organização.
- Descoberta de oportunidades não identificadas de melhoria da eficiência energética sem ou a baixo custo.

- Aumento da confiança e envolvimento da gestão de topo nos resultados energéticos devido à verificação e certificação.
- Sensibilização da comunidade envolvente e outras partes interessadas para o aumento da sustentabilidade da organização.
- Identificar incrementos potenciais de eficiência por parâmetros operacionais, medidas de manutenção e alterações tecnológicas.
- Padronizar atividades de operação e manutenção energética.

Os restantes benefícios indicados não parecem reunir suficiente confirmação para poder prosseguir com a sua análise posterior.

Por outro lado, são também reportados alguns benefícios da implementação da ISO 50001 em termos genéricos e conceptuais mas não validados pela implementação prática em guias nacionais e internacionais. De especial interesse é o guia internacional *Practical Guide for Implementing an Energy Management System* emitido pela *UNIDO – United Nations Industrial Development Organization* em 2013 (UNIDO - United Nations Industrial Development Organization, 2013) que refere como benefícios diretos da implementação dum sistema de gestão de energia:

- Poupança nos custos de energia.
- Prioridade às oportunidades de poupança de energia sem ou a baixo custo nas operações do dia-a-dia.
- Reduzir as emissões de gases de efeito de estufa.
- Reduzir a exposição à mudança dos preços de energia.
- Reduzir a pegada de carbono.
- Aumentar a segurança de fornecimento através da redução da dependência em combustíveis importados.
- Aumento da sensibilização energética dos colaboradores e maior participação.
- Maior conhecimento dos usos e consumos de energia, e das oportunidades de melhoria.
- Processo de tomada de decisão informada.
- Redução da incerteza com o melhor conhecimento dos usos futuros da energia.

No tocante aos benefícios indiretos, refere:

- Publicidade positiva.
- Melhoria da imagem corporativa.
- Melhoria das eficiências operacionais.
- Melhoria das práticas de manutenção.

- Melhoria da saúde e segurança.

Ainda nesta linha e já a um nível nacional e sectorial (associação industrial), de acordo com o guia prático de sistemas de gestão energética publicado em 2014 pela Associação Industrial do Distrito de Aveiro (Projecto +Sustentabilidade +Competividade da Associação Industrial do Distrito de Aveiro, 2014, p. 7), estes benefícios são:

- Reduzir a fatura energética das organizações.
- Aumentar a produtividade das organizações.
- Aumentar a competitividade nos mercados internos e externos.
- Conhecer de forma aprofundada as instalações e o custo energético dos processos.
- Contribuir para uma melhoria na imputação dos custos operacionais e consequente planeamento de custos.
- Contribuir para a redução dos impactes negativos decorrentes do consumo de energia, incluindo a redução de gases com efeitos de estufa.
- Reduzir a exposição das entidades a fatores externos.

Por último, a nível nacional do país líder na implementação da norma ISO 50001, encontramos o guia de sistemas de gestão de energia emitido pelo Ministério Alemão de Ambiente, Conservação da Natureza e Segurança Nuclear (Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU), 2012), que indica os seguintes benefícios:

- Redução de custos.
- Proteção ambiental.
- Gestão sustentável.
- Melhoria da imagem pública.
- Utilização de incentivos financeiros.
- Projeção de políticas climáticas.

Apesar de um modo geral, os benefícios acima enunciados serem consistentes com os retirados da experiência prática de implementação, é perfeitamente visível uma diferença substancial na ausência da redução de impactes negativos de carácter ambiental, da redução da pegada de carbono ou de redução de gases de efeito de estufa, nos benefícios reportados pelos atores da implementação prática da ISO 50001:2011, sugerindo assim que este efeito poderá ser atingido de modo indireto mas que as organizações que seguem a ISO 50001:2011 não o pretendem e não trabalham para ele.

5.7 – Implementação de sistemas de gestão de energia – barreiras e obstáculos

Fruto da experiência na implementação de sistemas de gestão de energia ou da eficiência energética, diversos autores identificaram barreiras e obstáculos que têm de ser superados de modo a atingir os benefícios esperados.

Foi assim efetuada uma extensa revisão bibliográfica para identificar as barreiras e obstáculos reportadas pelos utilizadores no sector industrial e por autores de artigos científicos. Foram novamente consideradas contribuições de várias áreas geográficas no mundo e de vários sectores do conhecimento e de vários sectores da atividade industrial. Procurou-se também assegurar a diversidade de pontos de vista das várias partes interessadas (utilizadores de sistemas de gestão de energia, especialistas em gestão energética, auditores de sistemas de gestão de energia e consultores de sistemas de gestão de energia).

Barreiras e obstáculos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Falta de recursos económicos e financeiros	√	√			√	√	√	√	√	√
Mudança das mentalidades / falta de sensibilização energética	√	√		√	√	√	√	√	√	
Falta de recursos tecnológicos ou técnicos		√		√	√	√	√	√	√	
Falta de recursos humanos			√	√	√	√	√		√	√
Complexidade e quantidade dos dados e registos energéticos	√		√	√			√			√
Incerteza ou insuficiência dos benefícios	√	√							√	√
Inexistência de instrumentos eficazes e de medição em contínuo	√		√	√			√			
Falta de compromisso e de liderança da gestão de topo	√	√							√	
Falta de credibilidade e confiança na informação energética		√							√	√
Documentação extensiva requerida ou burocracia		√								√
Comunicação interna deficiente	√		√							
Falta de autoridade na gestão energética		√			√					
Definição de especificações para os processos de aquisição			√		√					
Planeamento energético complexo			√							
Revisão energética complexa			√							
Custo de identificar oportunidades, analisar rentabilidade e aquisição					√					
Incerteza do negócio e do mercado					√					
Colaboradores / departamentos não responsabilizados pelos custos energéticos					√					
Falta de sinergia entre as diversas partes interessadas								√		

Tabela n.º 7 – Barreiras e obstáculos na implementação dos sistemas de gestão de energia.

N.º	Referência	Base geográfica
1	(Wulandari, Laskurani, Casadesús Fa, & Heras-Saizarbitoria, 2014)	Espanha e Internacional
2	(Samarakoon & Rajini, 2013)	Sri-Lanka e Internacional
3	(Panvini & Piantoni, 2014)	Itália
4	(AFNOR Energies, 2015)	França, Alemanha, Taiwan, Reino Unido, Rússia e Marrocos
5	(Lee K.-H. , 2015)	Coreia do Sul
6	(Javied, Rackow, & Franke, 2015)	Alemanha
7	(Tutterow, 2014)	Estados Unidos da América
8	(Ates & Durakbasa, 2012)	Turquia
9	(Brunke, Johansson, & Thollander, 2014)	Suécia e Internacional
10	(Deloitte Center for Energy Solutions, 2013)	Estados Unidos da América

Tabela n.º 8 - Referências bibliográficas das barreiras e obstáculos dos sistemas de gestão de energia.

É assim possível identificar quais as barreiras e obstáculos mais consensuais na implementação de sistemas de gestão de energia como sendo:

- Falta de recursos económicos e financeiros.
- Mudança das mentalidades / falta de sensibilização energética.
- Falta de recursos tecnológicos ou técnicos.
- Falta de recursos humanos.
- Complexidade e quantidade dos dados e registos energéticos.

Por outro lado, se considerarmos apenas as principais barreiras e obstáculos da eficiência energética em função dos artigos científicos mais recentes e com um enquadramento mais abrangente, usando como exemplo o realizado por Chai (Chai & Yeo, 2012) podemos identificar as seguintes barreiras e obstáculos:

- Medo de riscos técnicos / custos de perda de produção.
- Perceção de custo elevado do investimento energético.
- Maior importância de outros investimentos de capital.
- Incerteza sobre os preços futuros da energia.
- Falta de experiência em tecnologia.
- Falta de informação em tecnologia de eficiência e poupanças energéticas.
- Falta de mão-de-obra / colaboradores treinados.
- Falta de medição energética.
- Falta de acesso a capital / orçamentos.
- Falta de incentivos governamentais.
- Políticas e legislação fracas.
- Resistência à mudança.
- *Legacy system* – Níveis de eficiência com base estrutural ou referidos a especificações de construção ou instalação iniciais.

Estas barreiras e obstáculos da eficiência energética são geralmente coincidentes com as barreiras e obstáculos identificados na implementação de sistemas de gestão de energia e serão consideradas mais à frente na identificação de propostas de melhoria da norma ISO 50001.

6 – Sistemas de gestão de energia – eficácia e resultados

6.1 – Gestão energética versus sistema de gestão de energia

Pretende-se com primeira parte deste capítulo, utilizando os conceitos de desenvolvimento sustentável, eficiência energética e sistemas de gestão de energia, anteriormente descritos, seleccionar requisitos não contemplados na norma internacional ISO 50001:2011 mas referidos como úteis e relevantes para a gestão energética no sector industrial.

Os conceitos de eficiência energética e gestão energética estão intrinsecamente ligados, e como verificado anteriormente, foram devidamente considerados por vários autores na construção de sistemas de gestão de energia, que segundo Abotnes (Abotnes, 2015) são plenamente abrangidos pela norma de sistemas de gestão de energia ISO 50001:2011:

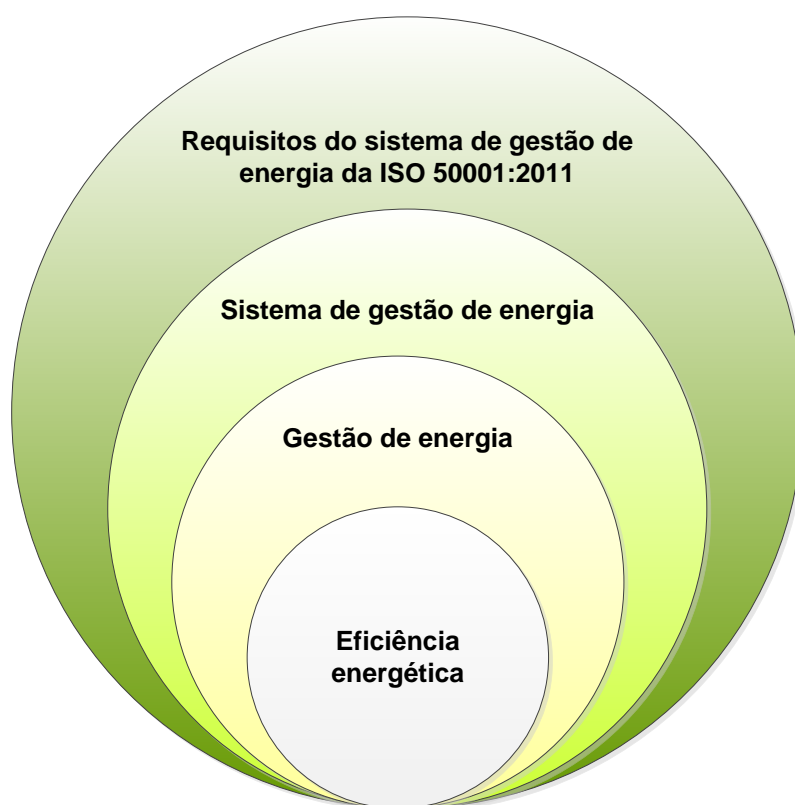


Figura n.º 21 – Conceitos do contexto, eficiência energética, gestão de energia, sistema de gestão de energia e ISO 50001 (Abotnes, 2015).

De facto, na análise realizada por Schulze (Schulze, Nehler, Ottosson, & Thollander, 2016) de artigos científicos publicados sobre gestão de energia e sistema de gestão de energia, é possível identificar um conjunto de elementos sugeridos, recomendados ou até fortemente

aconselhados sobre o conteúdo dum sistema de gestão de energia, conforme se indica na tabela seguinte:

Requisitos mínimos	(Christoffersen, Larsen, & Togeby, 2006)	(McKane, Williams, Perry, & Li, 2007)	(Thollander & Ottosson, 2010)	(Abdelaziz, Saidur, & Mekhilef, 2011)	(Ates & Durakbasa, 2012)
Desenvolver e implementar um plano estratégico de longo prazo, incluindo uma política energética e objetivos de poupança energética	◐	◐	●	●	◐
Organizar atividades energéticas através da atribuição de responsabilidades e tarefas	◐	○	○	◐	○
Estabelecer uma equipa de gestão transversal aos departamentos liderada por um coordenador energético (ou gestor energético) que reporta diretamente à gestão de topo	○	●	○	●	◐
Desenvolver políticas relevantes e procedimentos, por exemplo, relativamente a aprovisionamento de energia, uso de energia ou compras energéticas, etc.	◐	●	○	○	◐
Conduzir uma auditoria energética (inicial) para identificar potencial de medidas de eficiência energética	○	○	●	●	○
Planear e implementar projetos específicos de poupança energética (também designados medidas de eficiência energética).	●	●	●	◐	●
Identificar indicadores de desempenho chave, únicos para a empresa, que são acompanhados regularmente para medir o progresso	○	●	○	○	○
Medir e monitorizar o consumo de energia dos principais processos de produção numa base regular	○	○	●	◐	◐
Reportar progresso periodicamente à gestão	○	●	○	●	●
Assegurar que a gestão de topo apoia as atividades de gestão de energia	○	○	●	○	○
Procurar envolver ativamente os empregados na gestão da energia através da sua informação, motivação e educação	◐	○	◐	◐	◐

Legenda: ● - Considerado plenamente ◐ - Considerado parcialmente ○ - Não considerado

Tabela n.º 9 – Requisitos mínimos de estabelecer e operar a gestão energética (Schulze, Nehler, Ottosson, & Thollander, 2016).

Usando os mesmos requisitos definidos por Schulze, procede-se em seguida à comparação destes requisitos agrupados de gestão energética com os requisitos constantes da norma ISO 50001:2011 através da tabela seguinte:

Requisitos mínimos da gestão energética (Schulze, Nehler, Ottosson, & Thollander, 2016)	Requisitos da norma ISO 50001:2011 - cláusulas			
	○	◐	●	★
Desenvolver e implementar um plano estratégico de longo prazo, incluindo uma política energética e objetivos de poupança energética			4.3	4.4.6
Organizar atividades energéticas através da atribuição de responsabilidades e tarefas			4.2	4.5.2
Estabelecer uma equipa de gestão transversal aos departamentos liderada por um coordenador energético (ou gestor energético) que reporta diretamente à gestão de topo		4.2.1	4.2.2	
Desenvolver políticas relevantes e procedimentos, por exemplo, relativamente a aprovisionamento de energia, uso de energia ou compras energéticas, etc.				4.5.7
Conduzir uma auditoria energética (inicial) para identificar potencial de medidas de eficiência energética				4.4.3
Planear e implementar projetos específicos de poupança energética (também designados medidas de eficiência energética).			4.4.6	
Identificar indicadores de desempenho chave, únicos para a empresa, que são acompanhados regularmente para medir o progresso			4.4.5	4.6.1
Medir e monitorizar o consumo de energia dos principais processos de produção numa base regular			4.6.1	
Reportar progresso periodicamente à gestão				4.7
Assegurar que a gestão de topo apoia as atividades de gestão de energia				4.2.1
Procurar envolver ativamente os empregados na gestão da energia através da sua informação, motivação e educação		4.5.3	4.5.2	

Legenda: ● - Considerado plenamente ◐ - Considerado parcialmente ○ - Não considerado ★- Excede requisitos considerados

Tabela n.º 10 – Inclusão de requisitos de gestão energética na norma ISO 50001:2011.

Considerou-se que excede os requisitos considerados sempre que os requisitos relacionados da ISO 50001:2011 acrescentarem exigências adicionais relativamente aos requisitos mínimos definidos por Schulze.

Ao analisar o conteúdo desta tabela, podemos facilmente concluir que, no processo de desenvolvimento da norma internacional ISO 50001:2011, todos estes requisitos de gestão de energia foram devidamente considerados e fazem parte do conjunto de requisitos do sistema de gestão de energia preconizado por esta norma.

Por outro lado, comparando a proposta de “*framework of an integrative energy management*” deduzida por Schulze (Schulze, Nehler, Ottosson, & Thollander, 2016) e reproduzida acima, com as recomendações de gestão de eficiência energética do documento de referência das melhores técnicas possíveis para a eficiência energética da Comissão Europeia – BREF eficiência energética (European Commission, 2009) que detalha os requisitos dum sistema de gestão de eficiência energética, e com os requisitos constantes da ISO 50001:2011, reconhecendo as suas origens e processos de criação totalmente diferentes que incluem partes interessadas (*stakeholders*) não necessariamente comuns ou sequer coincidentes,

poderemos ficar com uma noção mais precisa e ao mesmo tempo mais abrangente dos requisitos de um sistema gestão de energia ideal.

Procura-se assim, obter um conjunto de requisitos que devem fazer parte dum sistema de gestão de energia, utilizando como ponto de partida o trabalho de Schulze:

Requisito “<i>framework</i>” (Schulze, Nehler, Ottosson, & Thollander, 2016)	Recomendação BREF eficiência energética (European Commission, 2009)	Requisito ISO 50001:2011 (International Organisation for Standardisation, 2012)
<u>Etapas iniciais</u>		
Estabelecimento dum equipa de gestão de energia Nomeação dum gestor energético		4.2.1 Gestão de topo 4.2.2 Representante da gestão de topo 4.1 b) Âmbito e fronteiras do sistema de gestão de energia 4.1 c) Melhoria contínua do desempenho energético e do sistema de gestão de energia
<u>Estratégia / planeamento</u>		
Política energética	Definição dum política de eficiência energética	4.3 Política energética
Estratégia de energia incluindo metas energéticas Plano de ação (nível estratégico)	Planeamento e estabelecimento de objetivos e metas	4.4 Planeamento energético 4.4 Planeamento energético
Estratégia de gestão do risco energético	Conformidade com requisitos legais de eficiência energética	4.4.2 Requisitos legais e outros requisitos 4.6.2 Avaliação da conformidade com exigências legais e outros requisitos
	Implementação e adesão voluntária a sistema de gestão da eficiência energética com aceitação nacional ou internacional (opcional)	Introdução
<u>Implementação / operação</u>		
Medidas de eficiência energética Decisões de investimento (nível operacional)		4.5 Implementação e operação
Seguimento das auditorias energéticas	Monitorização e medição e ações corretivas e preventivas Impacte ambiental do descomissionamento na conceção dum nova unidade	4.6.1 Monitorização, medição e análise
	Desenvolvimento de tecnologias de eficiência energética Acompanhamento de desenvolvimentos das técnicas de eficiência energética	

Tabela n.º 11 – Sistema de gestão de energia ideal.

Requisito “<i>framework</i>” (Schulze, Nehler, Ottosson, & Thollander, 2016)	Recomendação BREF eficiência energética (European Commission, 2009)	Requisito ISO 50001:2011 (International Organisation for Standardisation, 2012)
<u>Controlo</u>		
Recolha e monitorização de dados	Monitorização e medição	4.6.1 Monitorização, medição e análise
Gestão e avaliação do desempenho	Monitorização e medição	4.6.1 Monitorização, medição e análise
<i>Benchmarking</i> (interno e externo)	Revisão do sistema <i>Benchmarking</i> Publicação de relatório energético (opcional)	4.4.4 Consumo energético de referência (só interno) 4.4.5 Indicadores de desempenho energético
Relatório interno	Monitorização e medição	4.6.1 Monitorização, medição e análise
	Controlo eficiente dos processos Programas de manutenção Preparação e resposta a emergência Ações corretivas e preventivas	4.5.5 Controlo operacional 4.5.5 Controlo operacional 4.5.5 Controlo operacional - Nota
	Manutenção de registos Auditorias internas independentes ao sistema Auditorias externas (opcional)	4.6.4 Não conformidades, correções, ações corretivas e preventivas 4.6.5 Controlo de registos 4.6.3 Auditoria interna ao sistema de gestão de energia 1 Objetivo e campo de aplicação 4.5.6 Conceção 4.5.7 Aprovisionamento de energia, seus serviços, produtos e equipamentos
<u>Organização</u>		
Estrutura de governança	Implementação e operação de procedimentos de estrutura e responsabilidades	4.2.2 Representante da gestão de topo
Políticas e procedimentos	Implementação e operação de procedimentos incluindo documentação	4.1 Requisitos gerais 4.5.4 Documentação
<u>Cultura</u>		
Comunicação ativa	Implementação e operação de procedimentos de comunicação	4.5.3 Comunicação
Envolvimento da gestão de topo	Compromisso da gestão de topo	4.2 Responsabilidade da gestão
Recompensa e compensação		
Educação e formação	Formação, sensibilização e competência	Competências, formação e sensibilização

Tabela n.º 12 – Sistema de gestão de energia ideal.

Da análise desta tabela, é notória a coincidência de requisitos dum sistema de gestão de energia, através dos elementos comuns acima identificados que correspondem à esmagadora maioria dos requisitos propostos, validando assim o conteúdo da norma internacional ISO 50001:2011.

No entanto, tendo a norma ISO 50001:2011 como referência, é possível identificar algumas lacunas interessantes no seu conjunto de requisitos, através dos requisitos indicados por Schulze e pelo BREF eficiência energética e que não estão incluídos nos requisitos da norma ISO 50001. Estes requisitos são:

- 1 - Estratégia de gestão do risco energético.
- 2 - Decisões de investimento (nível operacional).
- 3 - Desenvolvimento de tecnologias de eficiência energética.
- 4 - Acompanhamento de desenvolvimentos das técnicas de eficiência energética.
- 5 - Recompensa e compensação.

Estes requisitos estão assinalados a **negrito** na tabela acima e são descritos em seguida.

De acordo com a proposta de *framework of an integrative energy management* deduzida por Schulze (Schulze, Nehler, Ottosson, & Thollander, 2016), entende-se por estratégia de gestão do risco energético, o processo final de análise estratégica que compreende uma análise da exposição da organização aos componentes relevantes do risco relacionados com os seus usos energéticos e a sua gestão no contexto dos objetivos financeiros e tolerâncias de risco pré-definidas conforme indicado inicialmente por Vasudevan e Higgins (Vasudevan & Higgins, 2004). Este é realmente um conceito e um conjunto de requisitos que, segundo os autores do artigo científico pode beneficiar a grande maioria das organizações corporativas na base do seu sistema de gestão de energia, com especial ênfase nas indústrias com processos muito intensivos em termos de energia que são particularmente sensíveis à volatilidade do preço da energia e às dificuldades no abastecimento energético.

No tocante ao requisito de decisões de investimento (nível operacional) proposto por Schulze (Schulze, Nehler, Ottosson, & Thollander, 2016), este refere-se às decisões operacionais da organização para a aquisição, alocação e utilização de recursos vários de eficiência energética (ex.: motores mais eficientes), especialmente no tocante à metodologia de avaliação dos investimentos financeiros através do cálculo e aprovação de períodos ou prazos de retorno de investimento no processo de decisão da organização.

A proposta de desenvolvimento de tecnologias de eficiência energética e do acompanhamento dos desenvolvimentos das técnicas de eficiência energética, é referida no BREF eficiência energética (European Commission, 2009), que detalha os requisitos dum sistema de gestão de eficiência energética.

Por último, Schulze (Schulze, Nehler, Ottosson, & Thollander, 2016), refere um requisito que não consta da ISO 50001:2011 para a recompensa e compensação a nível individual e de grupo, no campo da cultura organizacional, no sentido da motivação dos colaboradores na

participação ativa da melhoria da eficiência energética, como, por exemplo, a atribuição de prémios monetários por ideias de eficiência energética implementadas.

Considerando os conceitos de eficiência energética, desenvolvimento sustentável e sistema de gestão de energia, anteriormente descritos, os requisitos de decisões de investimento (nível operacional) e de recompensa e compensação não são abrangidos pelo âmbito dum sistema de gestão de energia segundo a ISO 50001:2011. São assim selecionados os seguintes requisitos para posterior análise e eventual proposta de alterações na norma internacional ISO 50001:2011:

- 1 - Estratégia de gestão do risco energético.
- 3 - Desenvolvimento de tecnologias de eficiência energética.
- 4 - Acompanhamento de desenvolvimentos das técnicas de eficiência energética.

6.2 – Eficácia e resultados

Partindo dos objetivos fundamentais da ISO 50001:2011, novamente reproduzidos abaixo, importa avaliar agora da sua capacidade de atingir os objetivos a que se propõe e do seu eventual contributo para a eficiência energética:

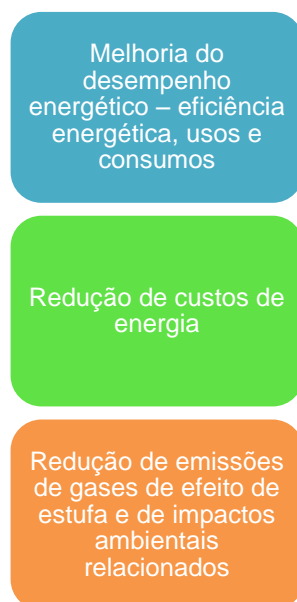


Figura n.º 22 – Objetivos da norma ISO 50001:2011.

6.2.1 – Melhoria do desempenho energético – eficiência energética, usos e consumos

Estabelece-se a seguinte hipótese para avaliação da eficácia da norma ISO 50001:2011:

A implementação da ISO 50001 é eficaz relativamente ao objetivo enunciado de melhorar o desempenho energético, incluindo a eficiência energética, uso e consumo de energia.

Para este efeito, foi realizada uma análise de artigos científicos e de outra literatura sobre o tema, com foco nos resultados da implementação da norma ISO 50001. De facto, as evidências apontam para uma relação positiva entre a implementação da ISO 50001 e o objetivo enunciado de melhorar o desempenho energético, incluindo a eficiência energética, uso e consumo de energia, conforme definições constantes da ISO 50001:2011.

Concretizando, nos estudos realizados por vários autores (AFNOR Energies, 2015), (Bonacina, Corsini, De Propriis, Marchegiani, & Mori, 2015), (Deloitte Center for Energy Solutions, 2013), (Risser, 2016), (Mohamad, Abdullah, Kamaruddin, & Mohammad, 2014), (Panvini & Piantoni, 2014), (Wulandari, Laskurani, Casadesús Fa, & Heras-Saizarbitoria, 2014), (Forni, 2016), é consensual a melhoria da eficiência energética através do maior conhecimento e gestão operacional adequada dos usos e consumos de energia. Esta melhoria ocorre em valores iguais ou superiores a 5 % do consumo energético global da organização industrial (este valor de 5 % parece ser de origem empírica mas é profusamente utilizado nos artigos consultados).

Por exemplo, é referido por Wulandari (Wulandari, Laskurani, Casadesús Fa, & Heras-Saizarbitoria, 2014) que 50 % das organizações que implementam a ISO 50001 obtêm reduções do consumo de energia superiores a 5 % (base anual), sendo que 21 % destas organizações atingiram reduções superiores a 11 %. Esta evidência é também suportada pelos estudos realizados pelo *United States Department of Energy* no âmbito do *Superior Energy Performance Programme* (Therkelsen, Sabouni, McKane, & Scheihing, 2013).

É também importante referir que as poupanças energéticas (ou reduções do consumo de energia) geradas a partir da implementação da ISO 50001 nas organizações industriais são claramente diferenciadas no sentido positivo das conseguidas em organizações industriais que não implementam esta norma conforme declarado por Li Yong - Diretor Geral da *United Nations Industrial Development Organization* (UNIDO - United Nations Industrial Development Organization, 2013) e reforçado recentemente numa comunicação realizada pelo presidente do comité técnico ISO TC 301 – Roland Risser (Risser, 2016).

As motivações e vantagens ou benefícios reportados dos sistemas de gestão de energia em termos de poupança energética, reforçam este ponto de vista.

Considerando as evidências apresentadas nesta análise bibliográfica, considera-se corroborada esta hipótese.

6.2.2 – Redução de custos de energia

Já no tocante à redução de custos de energia resultante da implementação dum sistema de gestão de energia baseado na norma internacional ISO 50001:2011, estabelece-se a seguinte hipótese:

A implementação da ISO 50001 é eficaz relativamente ao objetivo enunciado de redução dos custos de energia.

Num contexto de custos de energia relativamente estáveis, as poupanças energéticas evidenciadas acima através da melhoria da eficiência energética, conduzem necessariamente a uma redução dos custos totais com a energia. Esta declaração é confirmada por vários investigadores e autores (Scheihing, 2014), (Panvini & Piantoni, 2014), (Swedish Energy Agency, 2013), (Risser, 2016), (Mohamad, Abdullah, Kamaruddin, & Mohammad, 2014), (Wulandari, Laskurani, Casadesús Fa, & Heras-Saizarbitoria, 2014), (Tutterow, 2014).

De outro ponto de vista, conforme anteriormente indicado, a redução dos custos de energia, parece estar associada às principais motivações para a implementação de sistemas de gestão de energia e é unanimemente reportada como uma vantagem ou benefício da implementação de sistemas de gestão de energia como a ISO 50001:2011.

Mas estas motivações e vantagens ou benefícios reportados traduzem-se na prática em resultados positivos de redução dos custos de energia? Segundo Abotnes (Abotnes, 2015) é inegável a contribuição dos sistemas de gestão de energia na redução dos custos de energia, referindo inclusivamente que, num curto espaço de tempo se obtém uma redução de aproximadamente 5 a 15 % nos custos de energia. Adicionalmente, uma poupança de 30 % é normal, sendo observadas nas pesquisas efetuadas poupanças até 70 %.

Outra fonte relevante sobre este assunto é o inquérito da AFNOR (AFNOR Energies, 2015) que refere que, entre as organizações com ISO 50001 inquiridas, mais de 50 % declararam cortes na fatura energética entre 5 e 30 %.

Outro ponto de vista interessante relacionado com esta temática e muitas vezes referido na literatura disponível é o *Return on Investment*, ou seja, a rentabilização dos custos de implementação da ISO 50001 através das poupanças de energia conseguidas com a mesma e que se pode sumarizar na tabela seguinte:

Fonte	<i>Return on Investment</i>	Base geográfica
(AFNOR Energies, 2015)	1/3 das organizações inquiridas atingiram resultados que excederam as suas expectativas e quase todas as restantes atingiram as suas expectativas	França, Alemanha, Taiwan, Reino Unido, Rússia e Marrocos
(Therkelsen, Sabouni, McKane, & Scheihing, 2013)	Período de retorno dos investimentos de implementação inferior a 2 anos	Estados Unidos da América
(Wulandari, Laskurani, Casadesús Fa, & Heras-Saizarbitoria, 2014)	Poupanças iguais ou superiores aos custos em 67 % das organizações inquiridas	Espanha
(Forni, 2016)	96 % das organizações inquiridas atingiram resultados que igualaram ou excederam as suas expectativas	Itália
(Swedish Energy Agency, 2013)	O período de retorno médio dos investimentos de implementação é de 1.5 anos	Suécia

Tabela n.º 13 – Rentabilização dos custos de investimento (*Return on Investment*).

Conforme se pode aferir desta tabela, na grande maioria dos casos, os custos de implementação da norma ISO 50001 são cobertos pelas reduções nos custos de energia totais em períodos de tempo razoáveis, ou seja, menos de 2 anos de tempo de retorno de investimento.

A relação entre os custos de energia (referidos a um ambiente de preços relativamente estáveis conforme já indicado) e o tempo de implementação duma norma de sistema de gestão de energia, parece seguir um padrão relativamente bem definido, com uma redução significativa e continuada do custo de energia, segundo várias fontes e autores, como por exemplo (Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU), 2012):

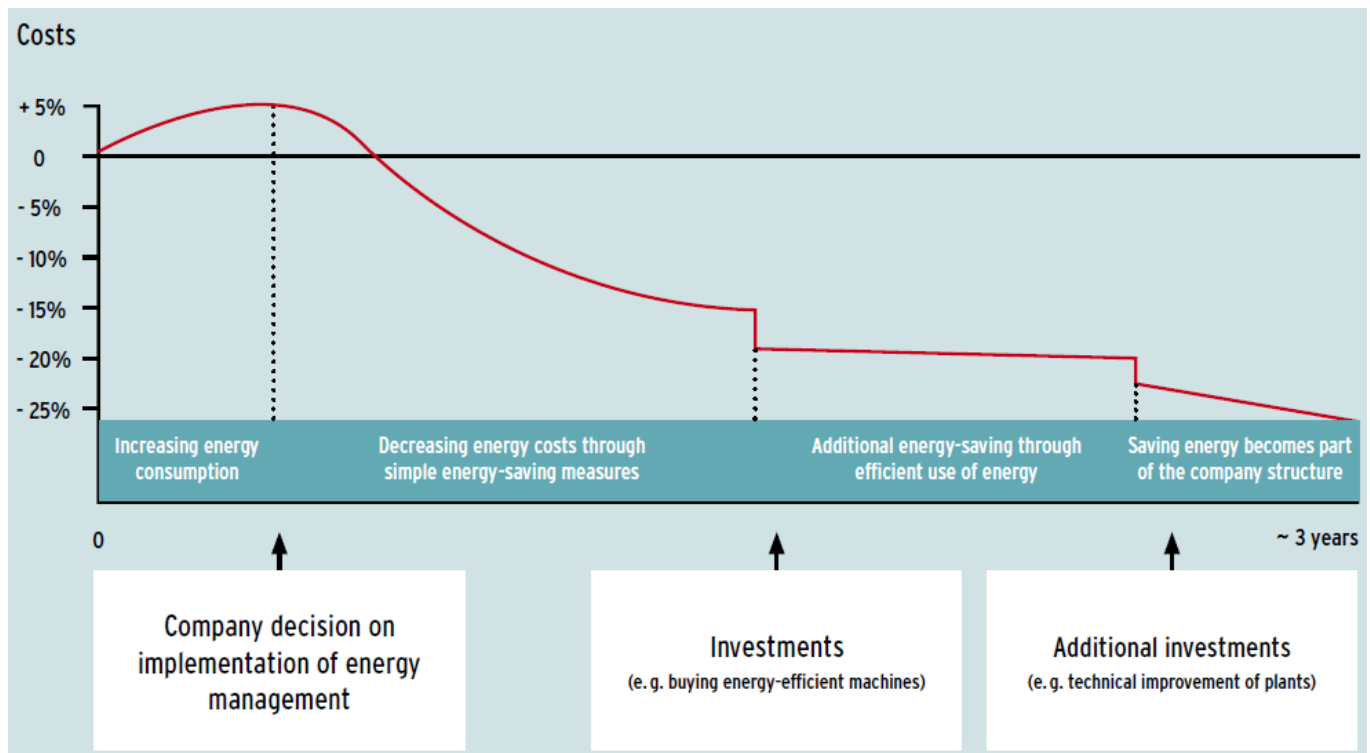


Figura n.º 23 – Redução de custos contínua dum sistema de gestão de energia.

Conforme se depreende deste gráfico, em função dum acréscimo dos custos totais com a energia, é tomada uma decisão de implementação de medidas de gestão da energia que conduzem a uma redução continuada dos custos totais de energia através de medidas simples de conservação de energia. Em seguida, em função de investimentos realizados na eficiência energética, como por exemplo, a aquisição de equipamentos mais eficientes, ocorre uma redução única e quase imediata nos custos que conduz a uma estabilização. A redução subsequente ocorre com investimentos adicionais, como por exemplo, em melhorias técnicas nas instalações. No final deste período de 3 anos de análise dos custos totais de energia, surge então uma redução continuada destes através da transformação das medidas isoladas em práticas sistemáticas de gestão da energia como parte do sistema de gestão corrente da empresa.

Este comportamento ou evolução dos custos totais de energia, está em oposição ao padrão habitual das organizações que implementam apenas ações ocasionais de poupança energética com base em projetos individuais de eficiência energética, em resposta ao aumento de custos da energia ou em resposta a obrigações legais e regulamentares. Os custos de energia entram num ciclo mais ou menos regular sem uma tendência clara de redução continuada ao longo do tempo (UNIDO - United Nations Industrial Development Organization, 2013).

Resulta da análise destes dois comportamentos diversos, a evidência da diferença entre a implementação de medidas de gestão de energia nas operações numa organização industrial numa base diária e sistemática através de sistemas de gestão de energia, que conduz a uma redução sistemática e continuada dos custos totais de energia, facto que não se verifica aquando da implementação de ações ocasionais de poupança energética com base em projetos individuais de eficiência energética.

Considerando as evidências apresentadas nesta análise bibliográfica, considera-se também validada esta hipótese.

6.2.3 – Redução de emissões de gases de efeito de estufa e de impactes ambientais relacionados

No tocante à redução de emissões de gases de efeito de estufa e de impactes ambientais relacionados através da implementação dum sistema de gestão de energia, foi estabelecida a seguinte hipótese de pesquisa:

A implementação da ISO 50001 não é eficaz relativamente ao objetivo enunciado de redução das emissões de gases de efeito de estufa e de outros impactes ambientais relacionados.

O processo de pesquisa bibliográfica sobre este assunto foi bastante dificultado em virtude do muito reduzido número de artigos científicos que abordem diretamente este assunto. Conclui-se assim que este assunto se encontra pouco estudado.

Em primeiro lugar nesta análise, importa assinalar que a redução de emissões de gases de efeito de estufa e de impactes ambientais relacionados através da implementação dum sistema de gestão de energia parece constituir uma das motivações para a decisão de implementação da ISO 50001, conforme indicado anteriormente.

No entanto, ao analisarmos os benefícios decorrentes da implementação dum sistema de gestão de energia, segundo os utilizadores da ISO 50001, a redução de emissões de gases de efeito de estufa e de impactes ambientais relacionados não é reportado como benefício, também conforme indicado anteriormente.

Já ao nível dos benefícios indicados da implementação da ISO 50001 em termos genéricos e conceptuais, surge a redução de emissões de gases de efeito de estufa, a redução da pegada

de carbono e até a contribuição para a redução dos impactos negativos decorrentes do consumo de energia, incluindo a redução de gases com efeito de estufa. No entanto, estes não são validados pela implementação prática em guias nacionais e internacionais.

Este aparente paradoxo entre motivações e benefícios teóricos versus benefícios práticos deve ser estudado através da pesquisa bibliográfica e da análise de estudos de caso reais, procurando resolvê-lo.

Uma das questões mais evidentemente ligadas à redução de emissões de gases de efeito de estufa, à redução da pegada de carbono e até à contribuição para a redução dos impactos negativos decorrentes do consumo de energia, é a utilização de energias renováveis. A implementação da ISO 50001:2011 conduz ao aumento da utilização de energias renováveis? Segundo o estudo realizado por Laskurain (Laskurain, Heras-Saizarbitoria, & Casadesús, 2015) em trezentas e catorze empresas com certificações de sistema de gestão ambiental ou de sistema de gestão de energia, existe muito pouco compromisso na promoção e adoção de energias renováveis na utilização da norma ISO 14001 e da norma ISO 50001.

Em suma, as principais fraquezas apontadas na promoção e adoção de energias renováveis na utilização da norma ISO 50001, incluem a falta de requisitos de desempenho para energias renováveis nesta norma, aliada à ausência dum conjunto obrigatório de indicadores de desempenho comparáveis que inclua energias renováveis. Seria assim possível a diferenciação entre bom e mau desempenho em termos da adoção de energias renováveis pela utilização da norma ISO 50001 (Laskurain, Heras-Saizarbitoria, & Casadesús, 2015).

Ainda nesta linha, as empresas não consideram o custo do carbono (ou seja, a utilização de combustíveis fósseis) como diretriz para as suas práticas de gestão de energia, indicando claramente que não constituiu um foco para a gestão energética (Deloitte Center for Energy Solutions, 2013).

Muito interessante é o estudo empírico com base num modelo de investigação complexo realizado em 2014 por Böttcher (Böttcher & Müller, 2014), a fornecedores da indústria automóvel alemã, sobre o impacto dos sistemas de gestão de energia no desempenho carbónico e corporativo.

Os resultados deste estudo indicam que, de modo geral, um sistema de gestão de energia tem um contributo positivo no desempenho carbónico duma empresa. No entanto, não foi

encontrado qualquer efeito direto e significativo entre a implementação dum sistema de gestão de energia e o desempenho carbónico, em virtude do facto dos processos de produção serem o foco principal das melhorias de eficiência energética, em detrimento de melhorias no desempenho carbónico, como por exemplo, o incremento do uso de energias renováveis. O efeito é mais forte em sistemas de gestão de energia certificados (Böttcher & Müller, 2014).

Pode-se assim inferir do trabalho de Böttcher e Müller que não está verificada a existência duma influência direta entre a implementação dum sistema de gestão de energia e o desempenho carbónico numa indústria referido às suas emissões e consumos com conteúdo carbónico.

Por último, deve ser referido que, em função da melhoria da eficiência energética através da implementação de sistemas de gestão de energia, anteriormente analisada, considerando a inevitável emissão de gases de efeito de estufa associado à produção e distribuição de energia, independentemente da fonte energética usada, ocorrerá sempre uma redução das emissões de gases de efeito de estufa, mas somente de modo indireto, ou seja, em resultado da diminuição do consumo de energia.

Concretizando a análise das hipóteses estabelecidas, do ponto de vista bibliográfico, as evidências disponíveis apontam para a validade desta hipótese.

6.3 – Estudos de caso

Relembrando os objetivos fundamentais da ISO 50001:2011, importa agora avaliar a sua capacidade de atingir os objetivos a que se propõe e do seu eventual contributo para a eficiência energética, de um modo mais prático, utilizando agora como ferramenta a análise de estudos de caso.

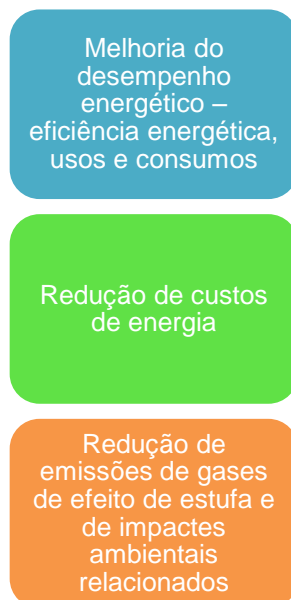


Figura n.º 24 – Objetivos da norma ISO 50001:2011.

De modo a poder avaliar as hipóteses estabelecidas em função dos resultados da implementação de sistemas de gestão de energia baseados na norma ISO 50001:2011, complementando a análise efetuada no ponto anterior, foi realizada uma compilação e posterior análise de estudos de caso disponíveis que se encontram documentados no anexo n.º 2.

Os estudos de caso obtidos resultam duma pesquisa bibliográfica na base de dados B-ON e na *internet*, utilizando como critérios de seleção:

- 1 – Empresas do sector industrial (conforme definição sector industrial ISIC no ponto 3.2.3).
- 2 – Empresas com certificação ISO 50001:2011.
- 3 – Estudos de caso que contenham informação sobre o desempenho energético da empresa incluindo usos e consumos de energia.
- 4 – Estudos de caso emitidos por uma entidade independente ou contendo informação validada por uma entidade independente da empresa analisada.

Foram então obtidos quarenta e dois estudos de caso válidos, oriundos de quinze países diferentes: África do Sul, Argentina, Austrália, Canadá, China, Coreia do Sul, Egipto, Estados Unidos da América, Índia, Indonésia, Irlanda, Japão, Portugal, Singapura e Tailândia.

Em termos de sectores da atividade industrial ISIC, estão dezoito representados no estudo de caso, a saber: C10, C11, C13, C17, C19, C20, C22, C23, C25, C26, C27, C28, C29, C31, C32, D35, F42 e F43. Destes, os mais representados foram C32 – Outras atividades de produção com 6 casos (14.3 %), o C28 – Produção de máquinas e equipamentos com 5 casos (11.9 %) e

o C17 – Produção de papel e produtos de papel e o C29 – Produção de veículos motorizados, reboques e semi-reboques com 4 casos cada (9.5 %).

Assegurada a representatividade geográfica e em termos de atividade industrial dos estudos de caso analisados, importa analisar os resultados obtidos sobre as várias hipóteses estabelecidas.

6.3.1 – Melhoria do desempenho energético – eficiência energética, usos e consumos

Estabelece-se a seguinte hipótese para avaliação da eficácia da norma ISO 50001:2011:

A implementação da ISO 50001 é eficaz relativamente ao objetivo enunciado de melhorar o desempenho energético, incluindo a eficiência energética, uso e consumo de energia.

Demonstra-se que existe unanimidade na melhoria do desempenho energético – eficiência energética, usos e consumos através da implementação da ISO 50001, ou seja em todos os casos analisados são reportadas melhorias, sendo que em 29 dos casos (69 %) foi reportada uma melhoria da eficiência energética anual superior a 5 %, reportada como redução do consumo energético global dessa organização e ilustrada em seguida:

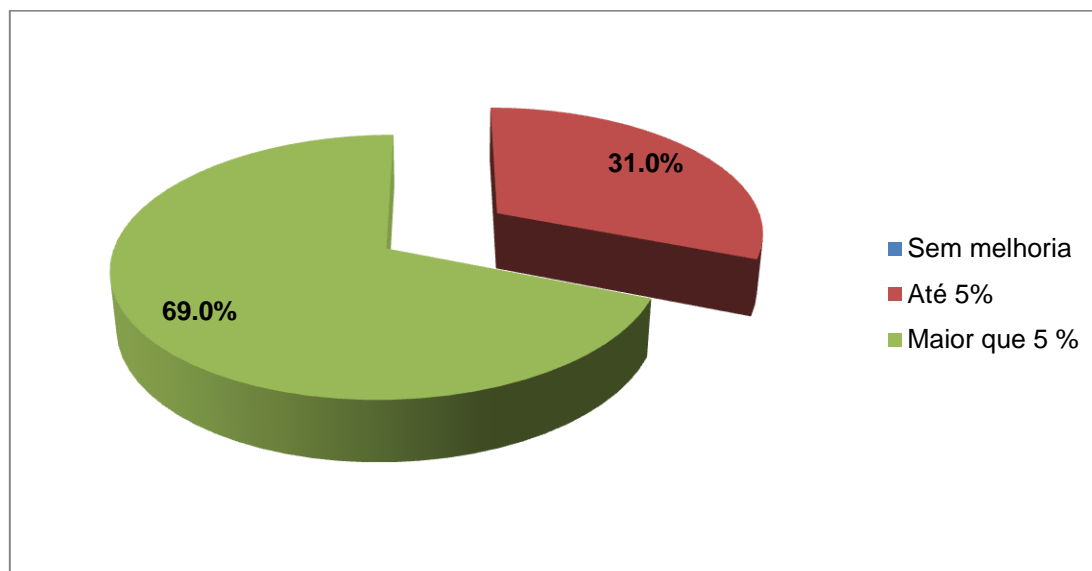


Figura n.º 25 – Melhoria do desempenho energético, incluindo a eficiência energética, uso e consumo de energia

Em função do acima descrito, considerando a convergência de resultados da análise bibliográfica referida no ponto 6.2 e desta análise dos estudos de caso, considero que a hipótese estabelecida sobre a eficácia da ISO 50001 na melhoria do desempenho energético, incluindo a eficiência energética, uso e consumo de energia, verifica-se correta.

6.3.2 – Redução de custos de energia

Relativamente à hipótese colocada para a redução de custos de energia resultante da implementação dum sistema de gestão de energia baseado na norma internacional ISO 50001:2011, novamente reproduzida abaixo:

A implementação da ISO 50001 é eficaz relativamente ao objetivo enunciado de redução dos custos de energia.

Conforme enunciado no ponto anterior, de modo a obter dados e informação adicionais sobre a ligação direta e positiva entre a implementação de sistemas de gestão de energia e a redução de custos de energia foi realizada uma compilação e posterior análise de estudos de caso disponíveis.

Analisando os resultados obtidos sobre redução dos custos de energia numa base anual, verificamos que em 85,7 % dos casos analisados é reportada uma redução nos custos de energia na sequência da implementação da ISO 50001:2011. Importante é também constatar que em 50 % dos casos essa redução anual foi superior a 5%. Deve ser ressaltado que em seis dos quarenta e dois (14.3 %) estudos de caso obtidos não foi possível determinar a influência da ISO 50001:2011 na redução dos custos de energia, porque não são reportados esses dados ou não é possível determinar a sua contribuição em termos relativos para os custos energéticos totais da empresa. Foi assim focada a análise nos trinta e seis estudos de caso que o fazem.

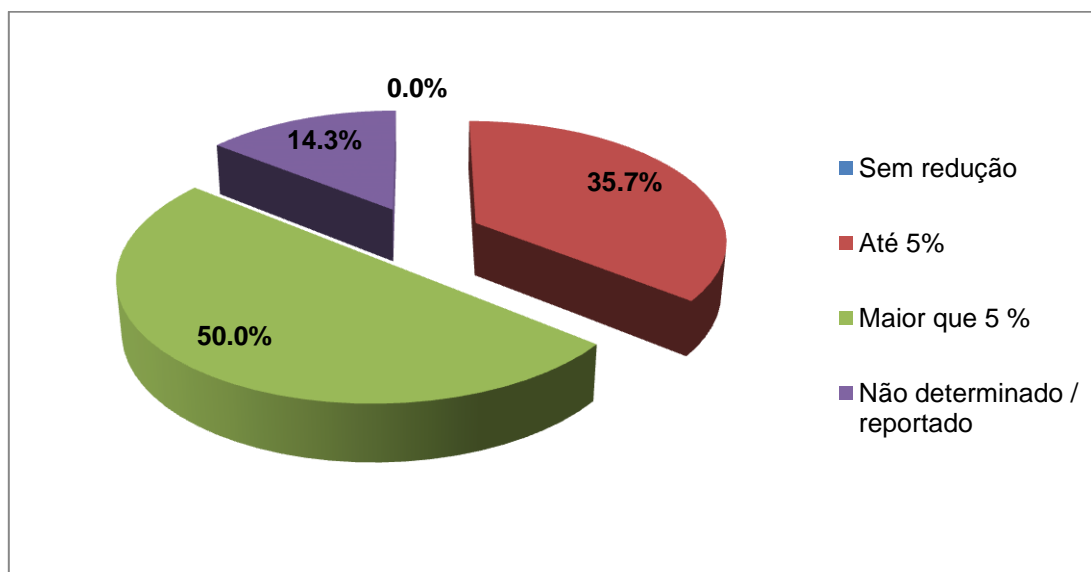


Figura n.º 26 – Redução dos custos de energia anuais

Corroborar-se assim a existência de redução dos custos de energia através da implementação da ISO 50001, ou seja, na totalidade dos trinta e seis estudos de caso que abordam este assunto, são reportadas reduções, sendo que em vinte e um dos casos totais (50 %) foi reportada uma melhoria dos custos totais anuais de energia bastante importante, ou seja, superior a 5 %.

Em função do acima descrito, considerando a consistência e convergência de resultados da análise bibliográfica referida anteriormente e desta análise dos estudos de caso, considero correta a hipótese estabelecida sobre a eficácia da ISO 50001 na redução dos custos de energia.

6.3.3 – Redução de emissões de gases de efeito de estufa e de impactes ambientais relacionados

Foi estabelecida a hipótese seguinte no tocante à redução de emissões de gases de efeito de estufa e de impactes ambientais relacionados através da implementação dum sistema de gestão de energia:

A implementação da ISO 50001 não é eficaz relativamente ao objetivo enunciado de redução das emissões de gases de efeito de estufa e de outros impactes ambientais relacionados.

Os estudos de caso analisados, no que refere à ligação entre a implementação de sistemas de gestão de energia e a redução de emissões de gases de efeito de estufa e de impactes ambientais relacionados, contêm menos informação do que a disponível para os dois pontos anteriores deste trabalho.

De facto, em dez dos quarenta e dois (23.8 %) estudos de caso obtidos não foi possível determinar a influência dos sistemas de gestão de energia na redução de emissões de gases de efeito de estufa ou na redução dos impactes ambientais relacionados com a utilização da energia. O facto de estas questões não serem reportadas em 23.8 % dos casos pode indiciar uma ausência significativa de relevância deste tema aquando da implementação de sistemas de gestão de energia.

Neste âmbito, a redução de emissões de gases de efeito de estufa através da implementação de sistemas de gestão de energia, foi reportada por vinte e oito dos quarenta e dois estudos de caso disponíveis, ou seja, em 66.7 %.

Os factos enunciados da pesquisa bibliográfica anteriormente reportada e desta análise de estudos de caso, parecem indicar que, a redução dos gases de emissão de gases de efeito de estufa é efetivamente conseguida, através da implementação de sistemas de gestão de energia, mas de modo indireto, ou seja, conseguida através da redução da energia consumida e não por ação direta dum sistema de gestão de energia na substituição de energia produzida a partir de combustíveis fósseis por energia produzida a partir de fontes renováveis. Por conseguinte, considera-se a hipótese verdadeira.

Já no que diz respeito à redução dos outros impactes ambientais relacionados com a utilização da energia, somente cinco dos quarenta e dois (11.9 %) estudos de caso, reporta esse efeito da implementação de sistemas de gestão de energia. Combinando este facto com os factos retirados da pesquisa bibliográfica e anteriormente reportados, podemos inferir que a implementação de sistemas de gestão de energia não conduz necessariamente à redução dos impactes ambientais relacionados com a utilização de energia.

Deve ser realçado que, ainda que a redução do consumo total de energia numa organização possa levar à redução da magnitude dos impactes ambientais associados a essa energia consumida, não há uma influência direta entre a implementação dum sistema de gestão de energia e a redução de outros impactes ambientais relacionados com o uso da energia, ou seja, não se demonstra a existência de uma ação direta sobre o tipo e magnitude dos outros impactes ambientais associados à fonte energética utilizada, como por exemplo, a não utilização de energia elétrica produzida em centrais nucleares ou a carvão. Considera-se assim a hipótese como correta.

7 – Propostas de melhoria da norma ISO 50001 em termos de gestão energética para o desenvolvimento sustentável

7.1 - Gestão energética para o desenvolvimento sustentável

Estabelece-se a seguinte hipótese para análise:

A norma ISO 50001 tem lacunas em termos de gestão energética para o desenvolvimento sustentável.

Após a análise conceptual realizada sobre o desenvolvimento sustentável e a eficiência energética nos capítulos anteriores, importa agora concretizar o conceito de gestão energética para o desenvolvimento sustentável. Conforme referido por inúmeros autores, a eficiência energética é potencialmente uma das medidas mais importantes e de menor custo económico para mitigar as emissões de gases de efeito de estufa do sector industrial, conduzindo ao desenvolvimento sustentável (Thollander & Dotzauer, 2010), (Bunse, Vodicka, Schoensleben, Brühlhart, & Ernst, 2011), (Schulze, Nehler, Ottosson, & Thollander, 2016), (Böttcher & Müller, 2014), (Thollander & Ottosson, 2010), (Rohdin & Thollander, 2006), (Backlund, Thollander, Palm, & Ottosson, 2012), (Chai & Yeo, 2012).

Especificamente, a eficiência energética do sector industrial é cada vez mais importante do ponto de vista das políticas públicas e da gestão empresarial para o desenvolvimento sustentável, apresentando uma clara relação entre a gestão energética e o desenvolvimento sustentável. As estratégias de desenvolvimento sustentável devem assegurar desenvolvimento económico sustentável enquanto protegem os recursos de base e o ambiente para benefício das gerações futuras (Steurer & Hametner, 2013).

Por isso mesmo, a eficiência energética industrial e os sistemas de gestão de energia devem incorporar as 3 dimensões - ambiental, económica e social – do desenvolvimento sustentável de modo a poder viabilizar estratégias energéticas de longo prazo (Lee K.-H. , 2015).

Para este efeito, é muito interessante o trabalho desenvolvido por Lee (Lee K.-H. , 2015) que sistematizou a contribuição da eficiência energética para os três aspetos principais do desenvolvimento sustentável:



Figura n.º 27 - Três aspetos da eficiência energética na gestão energética para o desenvolvimento sustentável (Lee K.-H. , 2015).

Pode-se assim sumarizar a gestão energética para o desenvolvimento sustentável como sendo (Lee K.-H. , 2015):

A integração dos conceitos de desenvolvimento sustentável relativos aos aspetos ambientais, aos aspetos económicos e aos aspetos sociais da gestão energética no sector industrial de modo a estabelecer estratégias de gestão energética de longo prazo e obter melhorias da eficiência energética.⁹

Reconhecendo a validade deste modelo, considera-se útil utilizá-lo como critério para avaliar as potenciais melhorias da norma internacional ISO 50001:2011, identificadas anteriormente no ponto 6.1, que são:

- 1 - Estratégia de gestão do risco energético.
- 2 - Desenvolvimento de tecnologias de eficiência energética.
- 3 - Acompanhamento de desenvolvimentos das técnicas de eficiência energética.

Adicionando a estas, a redução dos impactes ambientais relacionados com a utilização da energia, que se verificou anteriormente como não resultando diretamente da implementação dos sistemas de gestão de energia como a ISO 50001:2011, no ponto 6.3.3, temos então 4 potenciais alterações à ISO 50001:2011 para avaliar, que são:

⁹ Tradução própria de “The integration of the sustainable development concepts related with the environmental aspects, the economic aspects and the social aspects of energy management in the industrial sector, in order to establish long term energy management strategies and to obtain energy efficiency improvements”.

- Estratégia de gestão do risco energético.
- Desenvolvimento de tecnologias de eficiência energética.
- Acompanhamento de desenvolvimentos das técnicas de eficiência energética.
- Redução dos impactes ambientais relacionados com a utilização da energia.

Analisando individualmente o seu enquadramento com este modelo de gestão energética para o desenvolvimento sustentável, encontramos uma relação direta da estratégia de gestão do risco energético com os seguintes elementos:

Estratégia de gestão do risco energético

Aspetos económicos da gestão energética	Aspetos ambientais da gestão energética	Aspetos sociais da gestão energética
Custo da energia	Participação em Comércio de Emissões de CO ₂	Gestão das partes interessadas
Produtividade dos recursos	Emissões carbónicas	Colaboração fornecedor-comprador
	Inventário de energia	

Tabela n.º 14 – Modelo de gestão energética para o desenvolvimento sustentável e estratégia de gestão do risco energético.

Considera-se assim esta questão como relevante para a gestão energética para o desenvolvimento sustentável em função da sua relação direta com vários elementos dos 3 aspetos da gestão energética para o desenvolvimento sustentável.

Já no que diz respeito ao desenvolvimento de tecnologias de eficiência energética, encontra-se a seguinte relação com o modelo de gestão energética para o desenvolvimento sustentável:

Desenvolvimento de tecnologias de eficiência energética

Aspetos económicos da gestão energética	Aspetos ambientais da gestão energética	Aspetos sociais da gestão energética
Investimento em tecnologia	Consumo de energia e de recursos	Gestão das partes interessadas
Despesas de investigação e desenvolvimento	Poupança de energia e de recursos	Reputação e imagem na sociedade
Produtividade dos recursos	Emissões carbónicas	Participação dos colaboradores

Tabela n.º 15 - Modelo de gestão energética para o desenvolvimento sustentável e desenvolvimento de tecnologias de eficiência energética.

Considera-se assim também esta questão como relevante para a gestão energética para o desenvolvimento sustentável em função da sua relação direta com mais de metade dos elementos dos 3 aspetos da gestão energética para o desenvolvimento sustentável.

A lacuna identificada de acompanhamento de desenvolvimentos das técnicas de eficiência energética foi também estudada no tocante à sua relação com o modelo de gestão energética para o desenvolvimento sustentável:

Acompanhamento de desenvolvimentos de técnicas de eficiência energética

Aspetos económicos da gestão energética	Aspetos ambientais da gestão energética	Aspetos sociais da gestão energética
Despesas de investigação e desenvolvimento	Consumo de energia e de recursos	Participação dos colaboradores
Produtividade dos recursos	Poupança de energia e de recursos	
	Emissões carbónicas	

Tabela n.º 16 - Modelo de gestão energética para o desenvolvimento sustentável e acompanhamento de desenvolvimentos de técnicas de eficiência energética.

Neste caso, pode-se ainda considerar esta questão como relevante para a gestão energética para o desenvolvimento sustentável em função da sua relação direta com vários elementos dos 3 aspetos da gestão energética para o desenvolvimento sustentável.

No tocante à redução dos impactes ambientais relacionados com a utilização da energia, a relação com o modelo de gestão energética para o desenvolvimento sustentável pode-se descrever do seguinte modo:

Redução dos impactes ambientais relacionados com a utilização da energia

Aspetos económicos da gestão energética	Aspetos ambientais da gestão energética	Aspetos sociais da gestão energética
	Consumo de energia e de recursos	Gestão das partes interessadas
	Poupança de energia e de recursos	Reputação e imagem na sociedade
	Emissões carbónicas	

Tabela n.º 17 - Modelo de gestão energética para o desenvolvimento sustentável e redução dos impactes ambientais relacionados com a utilização da energia.

Analisando esta relação direta, é evidente que é bastante mais fraca do que a evidenciada nas questões anteriores e portanto não é tão claramente relevante para a gestão energética para o desenvolvimento sustentável como as anteriores.

7.2 - Objetivo n.º 7 dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 da ONU

De modo a poder continuar a analisar a relevância das lacunas identificadas na norma internacional ISO 50001:2011, importa nesta altura avaliá-las de acordo com o enunciado pelo objetivo n.º 7 da Agenda 2030 da ONU (United Nations a, 2015)

Este foi definido como:

Um dos princípios fundamentais enunciados é a necessidade de construir fundações económicas fortes em todos os países, através de crescimento económico inclusivo e sustentável. Para este efeito, é referido o acesso a energia moderna, sustentável, fiável e com um preço acessível (Objetivo n.º 7).

As metas estabelecidas neste Objetivo n.º 7 são:

7.1 – Até 2030, assegurar acesso universal para serviços de energia moderna, fiável e com preço acessível.

7.2 – Até 2030, aumentar substancialmente a quota-parte de energia renovável no mix energético global.

7.3 – Até 2030, duplicar a taxa global de melhoria em eficiência energética.

São também indicados 2 *aspirational goals*:

7.a – Até 2030, otimizar a cooperação internacional para facilitar o acesso à tecnologia e pesquisa na área da energia limpa, incluindo energia renovável, eficiência energética e tecnologia avançada e limpa de combustíveis fósseis.

7.b – Até 2030, expandir a infraestrutura e atualizar a tecnologia de fornecimento de serviços de energia moderna e sustentável para todos nos países em desenvolvimento, em particular nos países menos desenvolvidos, pequenas ilhas-estado e países em desenvolvimento sem acesso aos oceanos, de acordo com os seus programas de apoio.¹⁰

¹⁰ Tradução própria.

Tenta-se então determinar a relação e caso exista esta, o contributo possível de cada uma das lacunas da ISO 50001:2011 que foram anteriormente identificadas como possíveis melhorias com estas metas do Objetivo n.º 7 dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 da ONU.

Lacuna / possível melhoria	Meta 7.1	Meta 7.2	Meta 7.3	Aspirational Goal 7.a	Aspirational Goal 7.b
Estratégia de gestão do risco energético	↑	NR	↑	NR	NR
Desenvolvimento de tecnologias de eficiência energética	↑	↑	↑	↑	↑
Acompanhamento de desenvolvimentos das técnicas de eficiência energética	↑	NR	↑	↑	NR
Redução dos impactes ambientais relacionados com a utilização da energia	NR	↑	↑	↑	NR

Legenda - ↑ = Relacionada e com contributo positivo ↓ = Relacionada e com contributo negativo, NR = Não relacionada

Tabela n.º 18 – Relacionamento e contributo das lacunas da ISO 50001:2011 com as metas do objetivo n.º 7.

Podemos assim concluir que todas estas lacunas têm uma relação clara com pelo menos 2 das metas do Objetivo n.º 7, e que em nenhuma delas foi identificada uma relação com contributo negativo, ou seja, no sentido inverso ao pretendido.

Portanto, usando como critério de análise as metas do Objetivo n.º 7 dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 da ONU, pode-se concluir que qualquer uma destas lacunas identificadas, poderão ser consideradas como possíveis melhorias na ISO 50001:2011, contribuindo positivamente para o Objetivo n.º 7.

Demonstra-se assim como verificada a hipótese estabelecida:

A norma ISO 50001 tem lacunas em termos de gestão energética para o desenvolvimento sustentável.

Resumindo, serão submetidas a validação pelos peritos em sistemas de gestão de energia, as possíveis melhorias na norma ISO 50001:2011:

- Estratégia de gestão do risco energético.
- Desenvolvimento de tecnologias de eficiência energética.
- Acompanhamento de desenvolvimentos das técnicas de eficiência energética.
- Redução dos impactes ambientais relacionados com a utilização da energia.

7.3 – Possíveis melhorias na norma ISO 50001:2011

7.3.1 – Estratégia de gestão do risco energético

Procede-se em seguida ao enquadramento destas possíveis melhorias nos requisitos da norma internacional ISO 50001:2011.

A estratégia de gestão do risco energético é considerada por Schulze (Schulze, Nehler, Ottosson, & Thollander, 2016) como um requisito de planeamento, pelo que deve ser enquadrado no ponto 4.4 da norma ISO 50001:2011 referente ao planeamento energético. Propõe-se então a introdução no ponto 4.4 da norma do seguinte requisito adicional:

O planeamento energético deve incluir uma avaliação da exposição da organização aos componentes relevantes do risco energético relacionado com os seus usos energéticos.

Neste âmbito, entende-se risco como sendo efeito da incerteza, conforme descrito no ponto 3.2.10 da norma ISO 14001:2015 (International Organisation for Standardisation, 2015).

7.3.2 – Desenvolvimento de tecnologias de eficiência energética

Já no que diz respeito ao desenvolvimento de tecnologias de eficiência energética, reconhecendo o seu carácter mais abrangente e transversal, o seu enquadramento na norma ISO 50001:2011, terá de ser feito considerando vários requisitos desta norma internacional.

O desenvolvimento de tecnologias de eficiência energética aplicado a uma norma de sistemas de gestão de energia pressupõe a existência de vários componentes:

- 1 - A identificação através de pesquisa de tecnologias de eficiência energética.

- 2 – A participação em projetos de investigação no âmbito do desenvolvimento tecnológico relacionado com a eficiência energética.
- 3 – A análise da sua aplicabilidade ao âmbito e fronteiras do sistema de gestão de energia da organização.
- 4 – A sua inclusão, quando relevante, nos objetivos energéticos, metas energéticas e planos de ação para a gestão da energia.
- 5 – A sua inclusão, quando relevante na conceção de instalações, equipamentos, sistemas e processos da organização.

No ponto 4.4.6 da norma ISO 50001:2011, já é exigido à organização que considere as opções tecnológicas ao estabelecer e rever os seus objetivos e metas. Considerando esta exigência adequada ao propósito do ponto 4 acima, terão apenas de ser considerados os restantes componentes.

A identificação através de pesquisa de tecnologias de eficiência energética e a eventual participação em projetos de investigação no âmbito do desenvolvimento tecnológico relacionado com a eficiência energética referidos nos pontos 1 e 2 acima, são atividades enquadráveis no ponto 4.4 de planeamento energético da norma ISO 50001:2011 através da introdução do seguinte requisito adicional:

A organização deve identificar, analisar a sua aplicabilidade ao âmbito e fronteiras do seu sistema de gestão de energia e ter acesso às tecnologias de eficiência energética relacionadas com o seu uso de energia, consumo e eficiência.

A organização poderá considerar a participação em projetos de investigação no âmbito do desenvolvimento tecnológico, relacionado com a eficiência energética, como forma de ter acesso às tecnologias de eficiência energética mais recentes.

Para o desenvolvimento deste requisito adicional, foi estabelecido um paralelo com o ponto 4.4.2 da norma ISO 50001:2011 que aborda a necessidade da organização conhecer e transpor para o sistema de gestão de energia, os requisitos legais e outros requisitos que a organização subscreva relacionados com o seu uso de energia, consumo e eficiência.

Incluiu-se também neste novo requisito a análise da sua aplicabilidade ao âmbito e fronteiras do sistema de gestão de energia da organização conforme descrito no ponto 3 acima.

De modo a poder incluir o componente n.º 5 acima na norma ISO 50001:2011, deverá ser considerada a sua ligação com o ponto 4.5.6 – Conceção - desta norma internacional, através da alteração deste requisito da seguinte forma:

A organização deve considerar as oportunidades de melhoria do desempenho energético, do controlo operacional e das tecnologias de eficiência energética relacionadas com o seu uso de energia, consumo e eficiência na conceção de instalações, equipamentos, sistemas e processos, sejam novos, modificados, ou renovados, que possam ter impacte significativo no desempenho energético.

7.3.3 – Acompanhamento de desenvolvimentos das técnicas de eficiência energética

Para poder abordar convenientemente esta possível melhoria na norma ISO 50001:2011, importa assinalar a diferença para a melhoria anterior, sobretudo no tocante aos conceitos de tecnologia e técnica.

Assim, segundo o Dicionário Priberam (Priberam, 2016), define-se tecnologia como;

1. conjunto dos instrumentos, métodos e processos específicos de qualquer arte, ofício ou técnica;
2. estudo sistemático dos procedimentos e equipamentos técnicos necessários para a transformação das matérias-primas em produto industrial.

Já técnica é definida como:

1. conjunto de processos baseados em conhecimentos científicos, e não empíricos, utilizados para obter certo resultado;
2. conjunto dos processos de uma arte, de um ofício ou de uma ciência;
3. ciência aplicada, especialmente no campo industrial;
4. (geral) conjunto de processos utilizados para obter certo resultado;
5. conhecimento prático.

Reconhecendo esta diferença, no sentido da técnica constituir a aplicação prática da ciência (tecnologia de eficiência energética) aos processos do sistema de gestão de energia, o enquadramento da melhoria de acompanhamento de desenvolvimentos das técnicas de eficiência energética deve ser considerada em paralelo com a melhoria anterior, ou seja, o desenvolvimento de tecnologias de eficiência energética.

Em primeiro lugar, reforça-se a necessidade de identificação, através de pesquisa, das técnicas de eficiência energética. Esta é uma atividade enquadrável no ponto 4.4 de planeamento energético da norma ISO 50001:2011 e propõe-se a introdução do seguinte requisito adicional:

A organização deve identificar, analisar e ter acesso às tecnologias e técnicas de eficiência energética relacionadas com o seu uso de energia, consumo e eficiência, aplicáveis ao âmbito e fronteiras do seu sistema de gestão de energia.

Sendo também neste caso, evidente a relação com o ponto 4.5.6 – Conceção - desta norma internacional, deverá ser considerada a alteração deste requisito da seguinte forma:

A organização deve considerar as oportunidades de melhoria do desempenho energético, do controlo operacional incluindo técnicas de eficiência energética e das tecnologias de eficiência energética relacionadas com o seu uso de energia, consumo e eficiência na conceção de instalações, equipamentos, sistemas e processos, sejam novos, modificados, ou renovados, que possam ter impacte significativo no desempenho energético.

7.3.4 – Redução dos impactes ambientais relacionados com a utilização da energia

Na norma internacional ISO 50001:2011, a redução dos impactes ambientais relacionados com a utilização de energia é referida na introdução:

Pretende-se que a implementação desta Norma conduza a uma redução nas emissões de gases de efeito de estufa e de outros impactes ambientais relacionados, e custos de energia, através de uma gestão sistemática da energia (International Organisation for Standardisation, 2012).

Em seguida, no ponto 3 – Termos e definições desta norma, não encontramos referência a impactes ambientais, pelo que se propõe a introdução da definição correspondente constante da norma internacional ISO 14001:2015 (International Organisation for Standardisation, 2015) como ponto 3.29, ou seja:

3.29 Impacte ambiental

Alteração no ambiente, adversa ou benéfica, resultante, total ou parcialmente, dos aspetos ambientais duma organização.

[ISO 14001:2015, definição 3.2.4]

De modo a poder acolher a pretensão referida na introdução da norma ISO 50001:2011 será então necessário que esta seja refletida nos objetivos e metas energéticas, ou seja, alterando o ponto 4.4.6 para:

Ao estabelecer e rever os seus objetivos e metas, a organização deve ter em conta as exigências legais e outros requisitos, usos significativos de energia e oportunidades de melhoria do desempenho energético, identificados na avaliação energética. Deve também considerar as suas opções tecnológicas, os impactes ambientais relacionados com a utilização de energia e os seus requisitos financeiros, operacionais e de negócio, bem como os pontos de vista das partes interessadas.

Por último será interessante considerar a contribuição que o requisito de conceção constante do ponto 4.5.6 da norma ISO 50001:2011 pode dar para a redução dos impactes ambientais relacionados com a utilização da energia, nomeadamente através da seguinte alteração:

Na conceção de instalações, equipamentos, sistemas e processos, sejam novos, modificados, ou renovados, que possam ter impacte significativo no desempenho energético, a organização deve considerar oportunidades de melhoria:

- a) No desempenho energético;
- b) Nos impactes ambientais relacionados com a utilização de energia;
- c) No controlo operacional incluindo técnicas de eficiência energética;
- d) Nas tecnologias de eficiência energética relacionadas com o uso de energia, consumo e eficiência.

7.3.5 – Síntese das alterações propostas

Em resumo, propõem-se as seguintes possíveis melhorias ao conteúdo da norma ISO 50001:2011 para análise pelos peritos:

Ponto	Alteração proposta	Texto
4.4	Introdução de requisito adicional	O planeamento energético deve incluir uma avaliação da exposição da organização aos componentes relevantes do risco energético relacionado com os seus usos energéticos.
4.4	Introdução de requisito adicional	A organização deve identificar, analisar e ter acesso às tecnologias e técnicas de eficiência energética relacionadas com o seu uso de energia, consumo e eficiência, aplicáveis ao âmbito e fronteiras do seu sistema de gestão de energia.
4.4	Introdução de requisito adicional	A organização poderá considerar a participação em projetos de investigação no âmbito do desenvolvimento tecnológico, relacionado com a eficiência energética, como forma de ter acesso às tecnologias de eficiência energética mais recentes.
4.5.6	Alteração do requisito	Na conceção de instalações, equipamentos, sistemas e processos, sejam novos, modificados, ou renovados, que possam ter impacte significativo no desempenho energético, a organização deve considerar oportunidades de melhoria: a) No desempenho energético; b) Nos impactes ambientais relacionados com a utilização de energia; c) No controlo operacional incluindo técnicas de eficiência energética; d) Nas tecnologias de eficiência energética relacionadas com o uso de energia, consumo e eficiência.
3.29	Novo requisito	3.29 Impacte ambiental Alteração no ambiente, adversa ou benéfica, resultante, total ou parcialmente, dos aspetos ambientais duma organização. [ISO 14001:2015, definição 3.2.4]
4.4.6	Alteração do requisito	Ao estabelecer e rever os seus objetivos e metas, a organização deve ter em conta as exigências legais e outros requisitos, usos significativos de energia e oportunidades de melhoria do desempenho energético, identificados na avaliação energética. Deve também considerar as suas opções tecnológicas, os impactes ambientais relacionados com a utilização de energia e os seus requisitos financeiros, operacionais e de negócio, bem como os pontos de vista das partes interessadas.

Tabela n.º 19 - Possíveis melhorias ao conteúdo da norma ISO 50001:2011.

7.4 – Inquérito

7.4.1 - Introdução

De modo a poder submeter as melhorias indicadas anteriormente ao conteúdo da norma ISO 50001:2011 para análise pelos peritos, realizou-se um inquérito *on-line* com o objetivo de recolha de opinião fundamentada e investigação da validade destas melhorias.

Prevê-se que as melhorias na norma ISO 50001:2011 propostas sejam aceites pelos peritos como contribuindo positivamente para a gestão energética para o desenvolvimento sustentável

Coloca-se então a seguinte questão de investigação:

Hipótese n.º 5 – As propostas de melhoria selecionadas contribuem positivamente para a evolução da ISO 50001 em termos de gestão energética para o desenvolvimento sustentável.

De modo a poder sustentar este processo de investigação e obter os conhecimentos necessários, opta-se por seguir um procedimento sistemático de investigação aplicada com base numa abordagem quantitativa ou objetivista tipo descritiva, tentando obter as opiniões dos peritos selecionados de modo abstrato, dedutivo, lógico e mensurável (Fortin, Côté, & Filion, 2006).

Foram então seguidas as seguintes fases e etapas dos processos de investigação para a realização deste inquérito (Fortin, Côté, & Filion, 2006):

- A escolha dum desenho de investigação
- A definição da população e da amostra
- Os princípios de medida
- A descrição dos métodos de colheita e de análise dos dados

Opta-se então pelo seguinte desenho de inquérito - Investigação descritiva capaz de recolher as opiniões fundamentadas dos peritos sobre as melhorias propostas para depois poder examinar relações de associação ou de casualidade, comportando uma amostra de tamanho apropriado e métodos de colheita de dados fiéis e válidos.

Seleciona-se um inquérito *on-line* usando o *software Google Forms* como método de recolha de dados quantitativos, com a utilização de técnicas estatísticas para avaliação dos dados. Em resumo, este inquérito tem as seguintes características:

Objetivo do estudo	Resposta à seguinte questão de investigação: As propostas de melhoria selecionadas contribuem positivamente para a evolução da ISO 50001 em termos de gestão energética para o desenvolvimento sustentável.
População alvo	Peritos em sistemas de gestão de energia.
Critérios de inclusão	1 - Especialistas em gestão energética em ambiente industrial com artigos científicos relevantes publicados e revistos pelos pares. 2 - Auditores externos de certificação ISO 50001:2011 com competências na área industrial e especialistas em sistemas de gestão de energia membros do Comité Técnico 301 da <i>International Organisation for Standardisation</i> . 3 - Gestores de sistemas de gestão de energia ISO 50001:2011 de empresas industriais e consultores de sistemas de gestão de energia.
Critérios de exclusão	Nenhum.
População acessível	Peritos indicados no critério de inclusão com contacto pessoal e de correio eletrónico acessível e conhecido.
Amostragem	Aleatória e acidental através da rede de contactos do autor e da análise bibliográfica de artigos científicos.
Amostra	146 peritos em sistemas de gestão de energia.

Tabela n.º 20 – Enquadramento da população e da amostra.

Foi assim realizada a divulgação digital aos participantes de questionários personalizados para cada um dos 3 grupos de peritos contendo questões dirigidas ou fechadas, numa ordem lógica, de escolha múltipla, com uma escala de *Likert* de 5 pontos com uma subdivisão em concordância e importância para cada melhoria proposta (Fortin, Côté, & Fillion, 2006, pp. 380-390).

Este questionário foi criado especificamente para o efeito, em português para participantes Portugueses e Brasileiros e em Inglês para os restantes participantes, contendo uma pequena introdução a cada uma das perguntas (ver anexo n.º 3)

As cento e quarenta e seis respostas recebidas foram provenientes de trinta e nove países de todos os continentes, conforme se pode visualizar no gráfico seguinte:

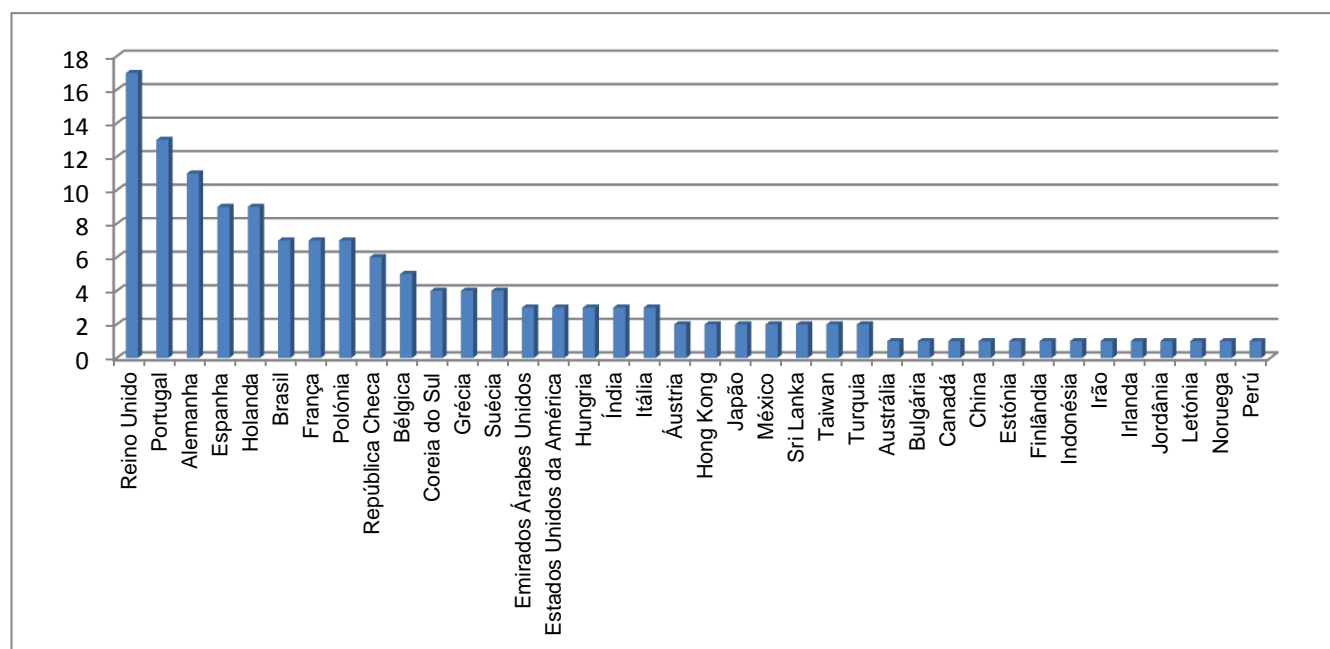


Figura n.º 28 – Origem geográfica das respostas recebidas ao inquérito.

Foi realizado um teste com o inquérito em português, para peritos Portugueses e Brasileiros do grupo 3, ou seja, gestores de sistemas de gestão de energia ISO 50001:2011 de empresas industriais e consultores de sistemas de gestão de energia. Deste teste resultaram algumas correções efetuadas no formato e apresentação do inquérito para os restantes grupos em língua Inglesa.

Na introdução do inquérito (página inicial), é realizada uma apresentação pessoal e do objetivo do inquérito, clarificando o conceito de gestão energética para o desenvolvimento sustentável (Lee K.-H. , 2015) que foi usado.

Uma vez que se poderia considerar a existência de dados confidenciais, na recolha efetuada e relativamente aos dados considerados sensíveis pelos peritos, foi garantida a confidencialidade dos mesmos na introdução do inquérito e através da utilização de valores ponderados e não absolutos, capazes de identificar a grandeza e a tendência da variável em estudo e não a resposta individual obtida.

A informação recolhida compreende as seguintes questões:

- Identificação do perito;
- Empresa / organização;
- Contacto de correio eletrónico (facultativo);
- Categoria do perito;
- Sector de atividade industrial (se aplicável);
- País;
- Melhoria n.º 1 (introdução, descrição de melhoria, concordância e importância)
- Melhoria n.º 2 (introdução, descrição de melhoria, concordância e importância)
- Melhoria n.º 3 (introdução, descrição de melhoria, concordância e importância)
- Melhoria n.º 4 (introdução, descrição de melhoria, concordância e importância)
- Melhoria n.º 5 (introdução, descrição de melhoria, concordância e importância)
- Melhoria n.º 6 (introdução, descrição de melhoria, concordância e importância)

A seleção dos peritos consultados foi realizada através das seguintes fontes:

- 1 – Pesquisa bibliográfica.
- 2 – Contactos pessoais do autor resultantes da atividade de auditor de sistemas de gestão de energia ISO 50001:2011.
- 3 – Empresas certificadas ISO 50001:2011 do sector industrial do organismo de certificação Lloyd's Register Quality Assurance (LRQA) onde o autor desempenha as funções de Senior Assessor.
- 4 – Pesquisa na internet de empresas certificadas ISO 50001:2011 do sector industrial.
- 5 - Membros do Comité Técnico 301 da *International Organisation for Standardisation*.

A lista de peritos consultados encontra-se no anexo n.º 4.

7.4.2 – Recolha de resultados

Foi realizado um inquérito *on-line*, com ajuda do *software Google Forms*, durante o período de 23-11-2016 a 7-4-2017, tendo sido obtidas cento e quarenta e seis respostas válidas, com a seguinte divisão por grupo de peritos:

Grupo de peritos	Número de respostas válidas
1 - Especialistas em gestão energética em ambiente industrial com artigos científicos relevantes publicados e revistos pelos pares.	5
2 - Auditores externos de certificação ISO 50001:2011 com competências na área industrial e especialistas em sistemas de gestão de energia membros do Comité Técnico 301 da <i>International Organisation for Standardisation</i> .	92
3 - Gestores de sistemas de gestão de energia ISO 50001:2011 de empresas industriais e consultores de sistemas de gestão de energia.	49

Tabela n.º 21 – Respostas obtidas por grupo de peritos

Foram enviados pedidos de participação no inquérito para 410 contactos (ver anexo n.º 5), tendo posteriormente sido renovado o pedido de resposta por 2 vezes. Foi assim obtida uma taxa de respostas válidas de 35.6 %.

De realçar que foram recebidas oito recusas de resposta por parte de peritos devido a considerarem não terem conhecimentos e/ou experiência suficientes sobre sistemas de gestão de energia baseados na ISO 50001:2011 para poder responder adequadamente. Foi também registada a incapacidade de aceder ao inquérito ou incompatibilidades de *software* em dois dos contactos efetuados.

De modo a evitar a duplicação de respostas através de acessos e respostas repetidas, foi verificada a existência de duplicações de respostas no ficheiro de respostas global, com ordenação por ordem alfabética, tendo sido eliminadas duas respostas que preenchiam esta condição.

Foram recebidos inúmeros comentários e observações sobre as questões colocadas, que foram analisados e agrupados por melhoria, contribuindo para a análise dos dados estatísticos obtidos.

A totalidade das respostas recebidas pode ser consultada no anexo n.º 6.

7.4.3 – Tratamento de resultados e análise

De modo a poder analisar devidamente as respostas às questões colocadas, opta-se por analisar primeiro individualmente cada uma das melhorias propostas, sendo realizada em seguida uma análise conjunta de todas as respostas.

É também realizada uma análise segmentada por grupo de peritos, para cada uma das melhorias propostas e de modo conjunto.

7.4.3.1 – Melhoria n.º 1

A melhoria proposta aos peritos e identificada com o número 1 foi:

Alteração proposta - Introdução de requisito adicional no ponto 4.4 da norma ISO 50001:2011: A organização deve identificar, analisar e ter acesso às tecnologias e técnicas de eficiência energética relacionadas com o seu uso de energia, consumo e eficiência, aplicáveis ao âmbito e fronteiras do seu sistema de gestão de energia.

As respostas obtidas, organizadas por grupo de peritos foram:

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Total
Concordo em absoluto	0	19	11	30
Concordo	2	48	29	79
Não concordo nem discordo	0	4	4	8
Discordo	2	17	5	24
Discordo em absoluto	1	4	0	5

Tabela n.º 22 – Melhoria n.º 1 – Resultados da concordância.

Já no que diz respeito à importância:

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Total
Absolutamente essencial	0	6	4	10
Muito importante	2	45	27	74
De média importância	0	21	14	35
De pequena importância	2	9	4	15
Sem nenhuma importância	1	11	0	12

Tabela n.º 23 – Melhoria n.º 1 – Resultados da importância.

Nota: Grupo 1 - Especialistas em gestão energética em ambiente industrial com artigos científicos relevantes publicados e revistos pelos pares; Grupo 2 - Auditores externos de certificação ISO 50001:2011 com competências na área industrial e especialistas em sistemas de gestão de energia membros do Comité Técnico 301 da *International Organisation for Standardisation*; Grupo 3 - Gestores de sistemas de gestão de energia ISO 50001:2011 de empresas industriais e consultores de sistemas de gestão de energia.

A distribuição das respostas sobre a concordância foi:

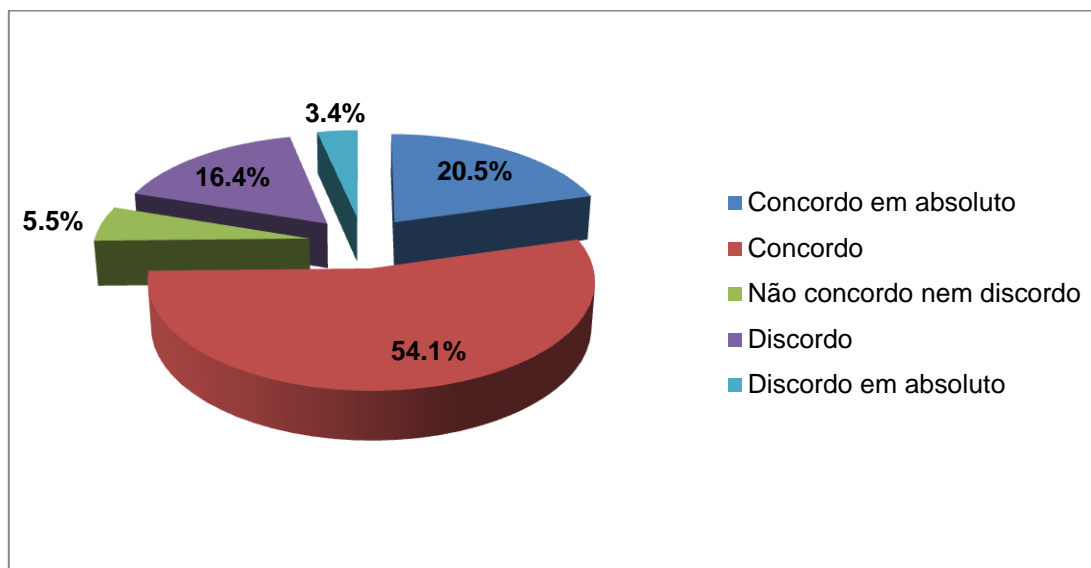


Figura n.º 29 – Melhoria n.º 1 – resultados da concordância.

Já no que diz respeito à importância:

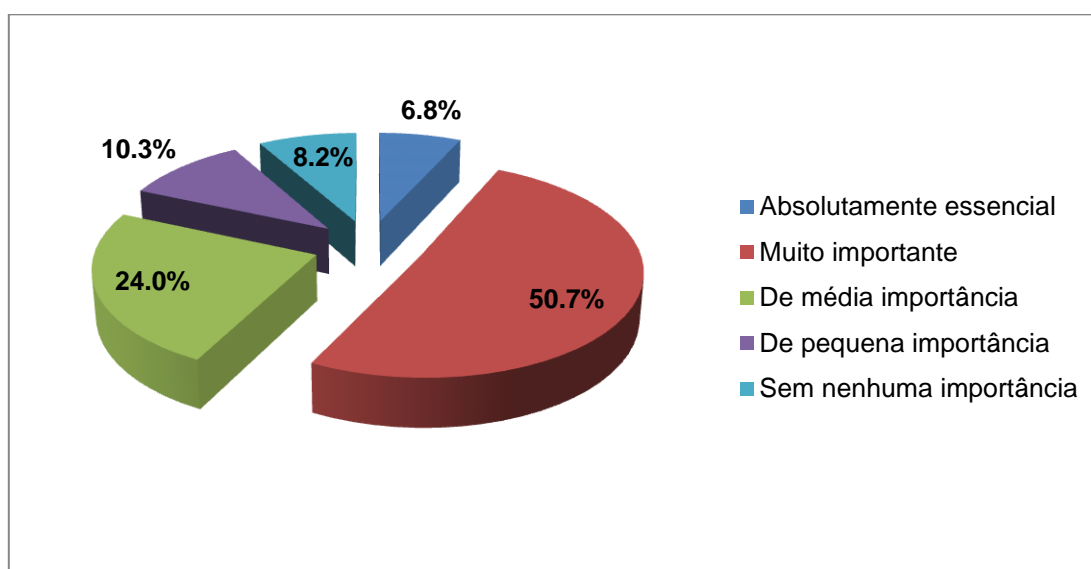


Figura n.º 30 – Melhoria n.º 1 – resultados da importância.

A análise destes gráficos permite a conclusão de que a melhoria n.º 1 foi bem recebida pelos peritos, com 74.7 % concordando com a mesma e 57.5 % considerando-a importante. Somente 19.9 % discordam desta melhoria e 18.5 % não a consideram como importante.

Considerando uma análise descritiva de associação, importa elaborar um quadro de contingência (Fortin, Côté, & Filion, 2006) de modo a poder analisar a relação entre os níveis de concordância positivos (concordo em absoluto e concordo) com os níveis de importância maiores (absolutamente essencial e muito importante). Os resultados são apresentados na tabela seguinte:

	Absolutamente essencial	Muito importante	Totais
Concordo em absoluto	3.1%	6.2 %	9.2 %
Concordo	0.3 %	16.8 %	17.1 %
Totais	3.4 %	22.9 %	26.4 %

Tabela n.º 24 – Melhoria n.º 1 - Combinações de níveis de concordância positivos com níveis de importância mais elevados.

Importa também analisar o extremo oposto, ou seja, a relação entre os níveis de concordância negativos (discordo em absoluto e discordo) com os níveis de importância menores (De pequena importância e Sem nenhuma importância). Os resultados são apresentados na tabela seguinte:

	De pequena importância	Sem nenhuma importância	Totais
Discordo	2.4%	1.7 %	4.1 %
Discordo em absoluto	0.3 %	1.4 %	1.7 %
Totais	2.7 %	3.1 %	5.8 %

Tabela n.º 25 – Melhoria n.º 1 - Combinações de níveis de concordância negativos com níveis de importância menores.

Foram recebidos sessenta comentários dos peritos no tocante a esta melhoria. Após análise, foi identificado um tema recorrente e mais frequente - disponibilização de recursos financeiros. A título exemplificativo, reproduzem-se em seguida alguns desses comentários, por ordem cronológica ascendente:

Perito	Comentário
Delfim Trancoso (Europa&c Kraft Viana - Responsável Ambiente)	Ter mais informação é importante, todavia a introdução da técnica estará sempre dependente do seu custo e <i>pay-back</i>
Sofia Reis Jorge (Celbi - Gestora DCTSG)	Esta melhoria vai permitir que empresas com menos recursos consigam implementar este sistema
Magnus Friberg (LRQA - Technical Manager)	<i>“Acho que este ponto é muito difícil porque força a adoção das melhores tecnologias em eficiência energética – BATNIC – para se tornar um requisito da norma mas o aspeto financeiro não é parte deste requisito. Se o parágrafo tivesse sido desenhado para levar em consideração a questão financeira no desenvolvimento então concordo em absoluto”</i>
Luc Sablong (LRQA / JUNGUNZLAUER SA - Lead Auditor)	<i>“Apesar dos objetivos de cada empresa para ter acesso às melhores tecnologias e técnicas de eficiência, as realidades económicas muitas vezes não tornam possível a implementação (ex.: sistemas LED: 4 vezes mais caros). Ao estabelecer um sistema de gestão de energia, o mais importante será avaliar todas as melhores técnicas disponíveis e finalmente escolher de acordo com as suas capacidades.”</i>
Deborah Bartlett (Polestar Consultancy Ltd – Director)	<i>“Ainda que a melhoria seja louvável, a tecnologia não está disponível livremente e as empresas têm ainda de enfrentar desafios de sustentabilidade dentro dos períodos de pay back financeiro (tipicamente ROI de 1 a 3 anos).”</i>
Célia Soares (Silampos - Diretora de Qualidade e Ambiente)	Os recursos financeiros da empresa podem condicionar a operacionalização de um requisito desse tipo, nomeadamente quando menciona “ter acesso a”.
Apostolos Noulis (LRQA Grécia - Assessor Manager)	<i>“É importante acompanhar os novos desenvolvimentos em equipamento e investir (a parte difícil) de modo a melhorar a monitorização ou as poupanças energéticas desde que o ROI seja positivo.”</i>

Tabela n.º 26 – Amostra de comentários registados e relevantes dos peritos sobre a melhoria n.º 1.

Foram também propostas várias alterações ao texto proposto para o ponto 4.4. da norma ISO 50001 e referências a outros pontos da norma ISO 50001 que cobrem parcialmente o conceito de tecnologias e técnicas de eficiência energética. No entanto, não foi possível encontrar uma ideia comum ou até consensual nestes comentários, pelo que opta-se por não os enumerar neste momento.

Estes comentários dos peritos foram reproduzidos o mais fielmente possível, tendo sido traduzidos quando necessários. No caso de serem traduzidos, são apresentados em *Itálico*. A totalidade dos comentários pode ser consultada no anexo n.º 6.

7.4.3.2 – Melhoria n.º 2

A melhoria proposta aos peritos e identificada com o número 2 foi:

Alteração proposta - Introdução de requisito adicional no ponto 4.4 da norma ISO 50001:2011: A organização poderá considerar a participação em projetos de investigação no âmbito do desenvolvimento tecnológico, relacionado com a eficiência energética, como forma de ter acesso às tecnologias de eficiência energética mais recentes.

As respostas obtidas, organizadas por grupo de peritos foram:

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Total
Concordo em absoluto	1	9	3	13
Concordo	0	29	24	53
Não concordo nem discordo	1	16	16	33
Discordo	2	24	6	32
Discordo em absoluto	1	14	0	15

Tabela n.º 27 – Melhoria n.º 2 – Resultados da concordância.

Já no que diz respeito à importância:

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Total
Absolutamente essencial	0	7	1	8
Muito importante	1	24	16	41
De média importância	0	25	26	51
De pequena importância	3	20	4	27
Sem nenhuma importância	1	16	2	19

Tabela n.º 28 – Melhoria n.º 2 – Resultados da importância.

Nota: Grupo 1 - Especialistas em gestão energética em ambiente industrial com artigos científicos relevantes publicados e revistos pelos pares; Grupo 2 - Auditores externos de certificação ISO 50001:2011 com competências na área industrial e especialistas em sistemas de gestão de energia membros do Comité Técnico 301 da *International Organisation for Standardisation*; Grupo 3 - Gestores de sistemas de gestão de energia ISO 50001:2011 de empresas industriais e consultores de sistemas de gestão de energia.

Graficamente, obtemos:

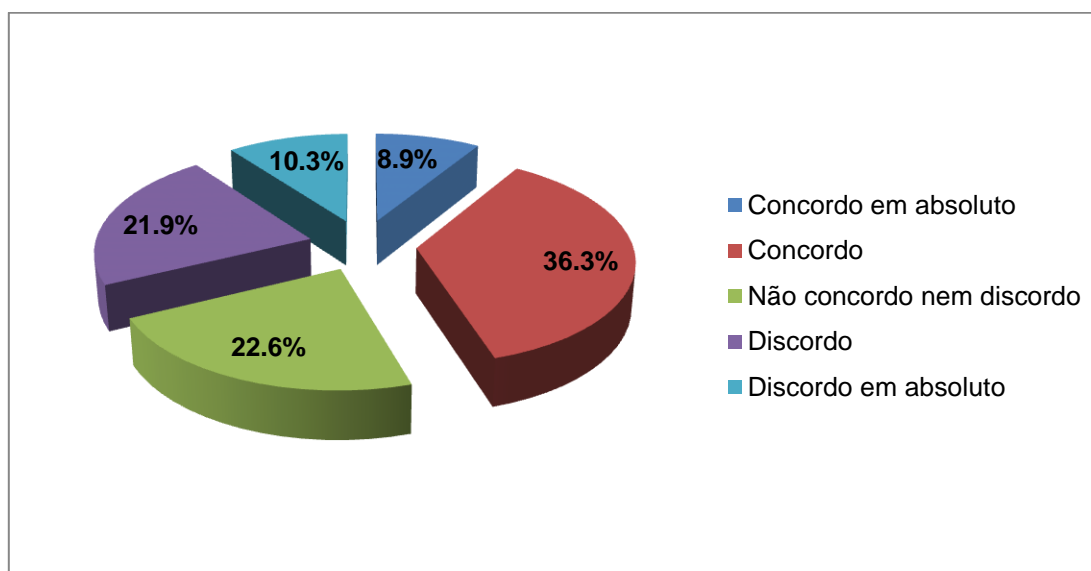


Figura n.º 31 – Melhoria n.º 2 – resultados da concordância.

Já no que diz respeito à importância:

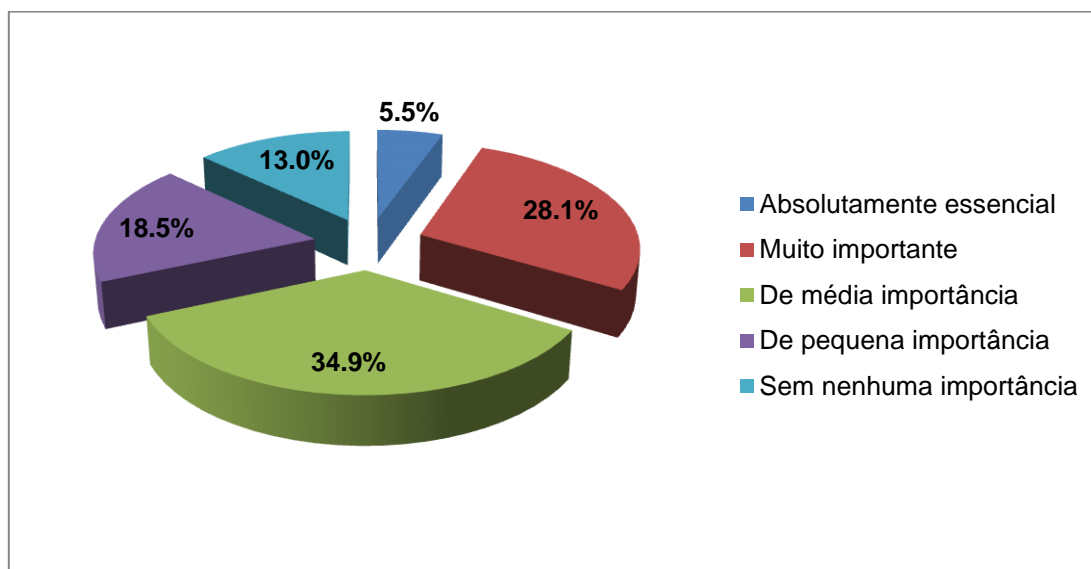


Figura n.º 32 – Melhoria n.º 2 – resultados da importância.

A análise destes gráficos permite a conclusão de que a melhoria n.º 2 não foi tão bem recebida pelos peritos, mas ainda assim 45.2 % concordam com a mesma e 33.6 % consideram-na importante. 32.2 % discordam desta melhoria e 31.5 % não a consideram como importante.

Nesta melhoria, o quadro de contingência positivo é apresentado na tabela seguinte:

	Absolutamente essencial	Muito importante	Totais
Concordo em absoluto	2.4 %	2.1 %	4.5 %
Concordo	0.3 %	9.9 %	10.2 %
Totais	2.7 %	12.0 %	14.7 %

Tabela n.º 29 – Melhoria n.º 2 - Combinações de níveis de concordância positivos com níveis de importância mais elevados.

No tocante ao extremo oposto:

	De pequena importância	Sem nenhuma importância	Totais
Discordo	5.8 %	2.4 %	8.2 %
Discordo em absoluto	0.4 %	3.4 %	3.8 %
Totais	6.2 %	5.8 %	12.0 %

Tabela n.º 30 – Melhoria n.º 2 - Combinações de níveis de concordância negativos com níveis de importância menores.

Foram recebidos sessenta e cinco comentários dos peritos no tocante a esta melhoria. Após análise, foi identificado um tema recorrente e mais frequente – dificuldades na implementação deste requisito nas pequenas empresas. A título exemplificativo, reproduzem-se em seguida alguns desses comentários, por ordem cronológica ascendente:

Perito	Comentário
Luisse Zoller (Constantia Haendler&Natermann -Head of Quality)	<i>“Temos de considerar que também pequenas empresas estão a lidar com a ISO 50001, nem toda a gente tem a capacidade de aderir conforme exigido...discussão com auditores etc.”</i>
Rinze de Vries (LambWeston / Meijer - Energy Services Manager)	<i>“Difícil para pequenas organizações.”</i>
Stephanie Knee (LRQA Reino Unido - Lead Assessor)	<i>“Isto será somente atingível pelas organizações com meios e influência considerável dentro do seu sector específico. Não será particularmente relevante para as organizações de tamanho pequeno / médio.”</i>
Lubka Marinova (LRQA Sofia, Bulgária – Assessor)	<i>“Novamente, este requisito pode servir como obstáculo para a implementação da norma em algumas empresas (por exemplo pequenas empresas, escritórios). O conceito da norma neste momento é que é aplicável a quaisquer organizações independentemente do sector em que operam, etc.”</i>
Marion Schenk (Lloyd’s Register Deutschland GmbH - Lead Assessor)	<i>“É muito importante fazer isto em empresas com muito alto consumo energético. Para outras empresas que tem de ser certificadas mas com consumo de energia muito baixo não é praticável e também não faz sentido.”</i>
Cheng, Meichen (LRQA Taipei - Lead assessor)	<i>“Pequenas empresas podem não aplicar este requisito.”</i>
Carolyn Campbell (LRQA - Business Development Manager)	<i>“OK desde que seja somente ‘considerar’ porque as pequenas organizações em particular podem lutar para conseguir fazer algo na prática.”</i>
Luc Sablong (LRQA / JUNGBUNZLAUER SA - Lead Auditor)	<i>“Esta proposta será somente relevante para grandes grupos mas não para as pequenas e médias empresas.”</i>
Iolanda Soares (Independent - Owner)	<i>“Demasiado ambicioso, especialmente para pequenos negócios.”</i>
Richard Butler (LRQA - Assessor)	<i>“Uma ideia simpática mas novamente demasiado sujeita a interpretação e opinião. E também o que se passa nas pequenas organizações com recursos limitados.”</i>
Albert Dessi (Department of the Environment and Energy - Energy Efficiency advisor)	<i>“Novamente, discordo com a proposta, mas concordo em princípio. Existe mérito que as organizações grandes e intensivas energeticamente olhem para o progresso da eficiência energética no seu campo. É preferível não incluir semelhante requisito na norma porque pode tornar-se uma barreira na adoção da norma em empresas que não são muito grandes. Seria também problemático para as subsidiárias internacionais de multinacionais que não têm necessariamente um orçamento de investigação e desenvolvimento.”</i>

Perito	Comentário
Suhas Lohokare (National Peroxide Limited - Managing Director)	<i>“De acordo com o parágrafo 1 da Introdução da ISO 50001, esta é aplicável a todos os tipos e tamanhos de organizações. Atualmente a ISO 50001 é obrigatória na Alemanha. Assim há muitas pequenas e médias empresas (PME) certificadas. Esta recomendação (poderá) será altamente restritiva para muitas PME que não serão capazes de subscrever isto). Quando elaboram os peritos estão muito conscientes da facilitação do estabelecimento desta norma nas PME.”</i>

Tabela n.º 31 – Amostra de comentários registados e relevantes dos peritos sobre a melhoria n.º 2.

Estes comentários dos peritos foram reproduzidos o mais fielmente possível, tendo sido traduzidos quando necessários. No caso de serem traduzidos, são apresentados em *Itálico*. A totalidade dos comentários pode ser consultada no anexo n.º 6.

7.4.3.3 – Melhoria n.º 3

A melhoria proposta aos peritos e identificada com o número 3 foi:

Alteração proposta - Alteração dos requisitos do ponto 4.5.6 da norma ISO 50001:2011:

Na conceção de instalações, equipamentos, sistemas e processos, sejam novos, modificados, ou renovados, que possam ter impacte significativo no desempenho energético, a organização deve considerar oportunidades de melhoria:

- a) No desempenho energético;
- b) Nos impactes ambientais relacionados com a utilização de energia;
- c) No controlo operacional incluindo técnicas de eficiência energética;
- d) Nas tecnologias de eficiência energética relacionadas com o uso de energia, consumo e eficiência.

As respostas obtidas, organizadas por grupo de peritos foram:

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Total
Concordo em absoluto	0	23	16	39
Concordo	3	40	27	70
Não concordo nem discordo	2	7	5	14
Discordo	0	13	1	14
Discordo em absoluto	0	9	0	9

Tabela n.º 32 – Melhoria n.º 3 – Resultados da concordância.

Já no que diz respeito à importância:

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Total
Absolutamente essencial	0	15	4	19
Muito importante	2	37	32	71
De média importância	0	20	12	32
De pequena importância	3	9	1	13
Sem nenhuma importância	0	11	0	11

Tabela n.º 33 – Melhoria n.º 3 – Resultados da importância.

Nota: Grupo 1 - Especialistas em gestão energética em ambiente industrial com artigos científicos relevantes publicados e revistos pelos pares; Grupo 2 - Auditores externos de certificação ISO 50001:2011 com competências na área industrial e especialistas em sistemas de gestão de energia membros do Comité Técnico 301 da *International Organisation for Standardisation*; Grupo 3 - Gestores de sistemas de gestão de energia ISO 50001:2011 de empresas industriais e consultores de sistemas de gestão de energia.

Analisando em termos gráficos:

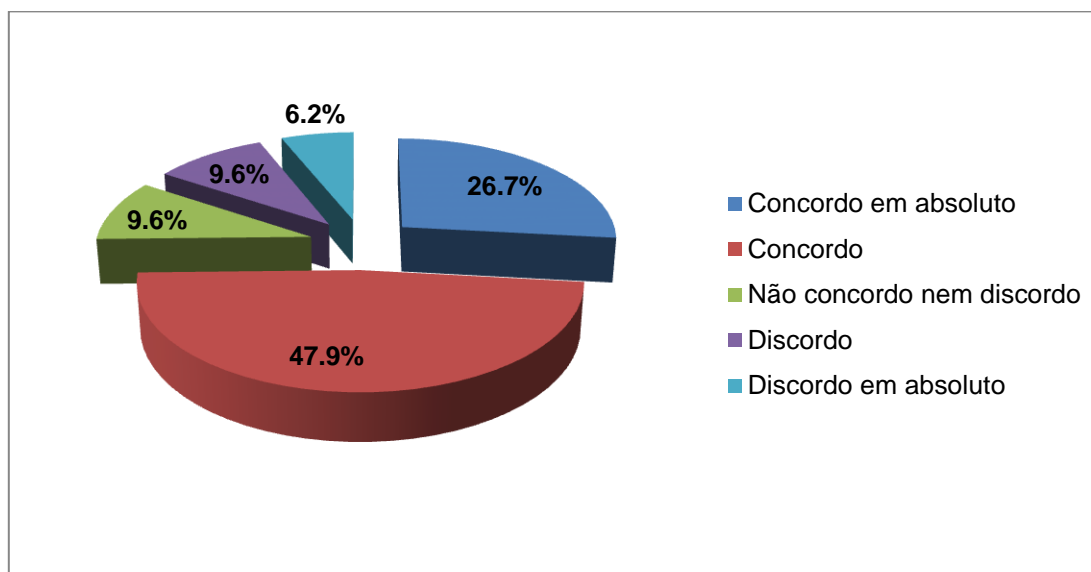


Figura n.º 33 – Melhoria n.º 3 – resultados da concordância.

Já no que diz respeito à importância:

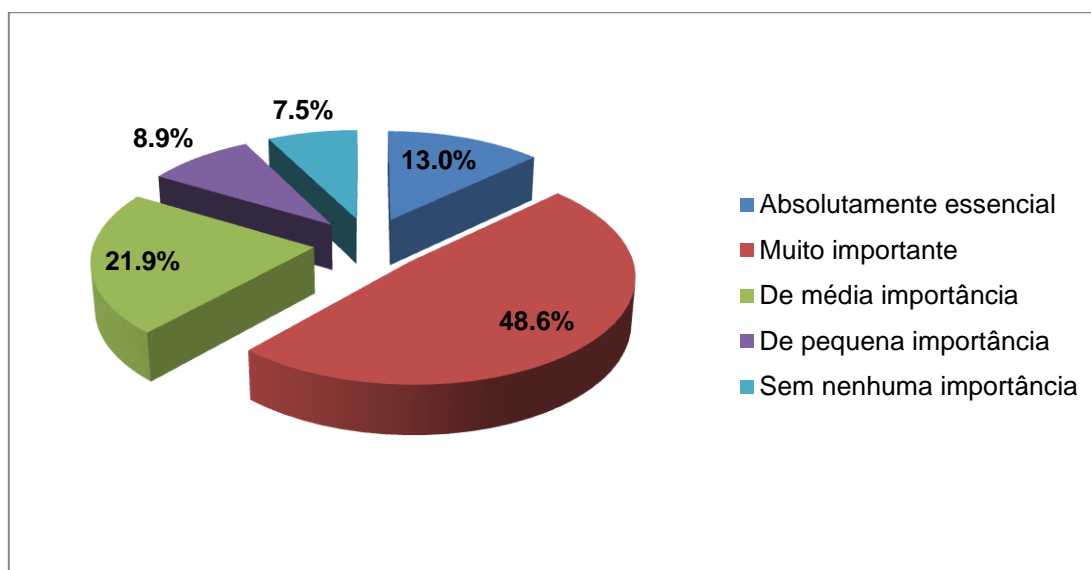


Figura n.º 34 – Melhoria n.º 3 – resultados da importância.

A análise destes gráficos permite a conclusão de que a melhoria n.º 3 foi muito bem recebida pelos peritos, com 74.7 % concordando com a mesma e 61.6 % considerando-a importante. Somente 15.8 % discordam desta melhoria e 16.4 % não a consideram como importante.

Importa também analisar o quadro de contingência positivo desta melhoria:

	Absolutamente essencial	Muito importante	Totais
Concordo em absoluto	5.5 %	7.9 %	13.4 %
Concordo	1.0 %	15.4 %	16.4 %
Totais	6.5 %	23.3 %	29.8 %

Tabela n.º 34 – Melhoria n.º 3 - Combinações de níveis de concordância positivos com níveis de importância mais elevados.

E o quadro de contingência negativo:

	De pequena importância	Sem nenhuma importância	Totais
Discordo	2.0 %	0.7 %	2.7 %
Discordo em absoluto	0.3 %	2.7 %	3.0 %
Totais	2.3 %	3.4 %	5.7 %

Tabela n.º 35 – Melhoria n.º 3 - Combinações de níveis de concordância negativos com níveis de importância menores.

Foram recebidos 50 comentários dos peritos no tocante a esta melhoria. Após análise, foi também identificado um tema mais frequente ou comum – a opinião manifestada de que a norma ISO 50001 não dever lidar com questões ambientais. A título exemplificativo, reproduzem-se em seguida alguns desses comentários, por ordem cronológica ascendente:

Perito	Comentário
Delfim Trancoso (Europa&c Kraft Viana - Responsável Ambiente)	Penso que replica um pouco a ISO14001, desnecessariamente.
Olivier Fauroux (LRQA Technical manager)	<i>“Não penso que os impactes ambientais devam ser uma entrada da ISO 50001 porque já são abordados pela ISO 14001.”</i>
Joep Ottenheim (LRQA Rotterdam - Senior lead assessor)	<i>“Você mistura ISO 14001 e ISO 50001. Isto não está em linha com o âmbito da 50001. Então alterar o 4.5.6 significa que tem de se alterar também o âmbito.”</i>
Muhannad Al Kayed (LRQA - Jordan Office Business Manager & LA)	<i>“Como o âmbito da norma é Sistema de gestão de energia (SGE) e não Sistema de Gestão Ambiental (SGA).”</i>
Judith Turner (LRQA EMS and Energy Technical Manager)	<i>“A norma ISO 50001 tem o propósito de atingir melhoria contínua no desempenho energético. As melhorias ambientais são capturadas noutras normas e.g. ISO 140001. Ainda que possa haver ganho ambiental pelas reduções no consumo de energia não é um motor principal desta norma. A gestão da energia tem um papel chave na ajuda a cumprir metas climáticas mas a norma não deverá olhar para a possibilidade de exigir ganhos de desempenho ambiental.”</i>
Karel Geurts (Sibelco - Quality Manager)	<i>“Impacte ambiental é também parte da ISO 14001.”</i>

Perito	Comentário
Antonio Panvini (CTI - General Manager)	<i>“Temos de prestar atenção à sobreposição entre a ISO 50001 e a ISO 14001. Não é uma tarefa simples. As outras propostas elaboradas parecem ser claras, mas já são parte dum Sistema de gestão de energia.”</i>
FIEVEZ (SUEZ International - EE Manager)	<i>“A ISO 50001 é numa Norma de Sistema de gestão de energia e não deve tratar questões ambientais. Este é o propósito da ISO 14001.”</i>

Tabela n.º 36 – Amostra de comentários registados e relevantes dos peritos sobre a melhoria n.º 3.

Foram também propostas várias alterações ao texto proposto para o ponto 4.5.6. da norma ISO 50001, não tendo sido possível encontrar uma ideia comum ou até consensual neste tipo de comentários, pelo que opta-se por não os enumerar neste momento.

Estes comentários dos peritos foram reproduzidos o mais fielmente possível, tendo sido traduzidos quando necessários. No caso de serem traduzidos, são apresentados em *Itálico*. A totalidade dos comentários pode ser consultada no anexo n.º 6.

7.4.3.4 – Melhoria n.º 4

A melhoria proposta aos peritos e identificada com o número 4 foi:

Alteração proposta - Introdução de requisito adicional no ponto 3.29 da norma ISO 50001:2011: 3.29 IMPACTE AMBIENTAL: Alteração no ambiente, adversa ou benéfica, resultante, total ou parcialmente, dos aspetos ambientais duma organização. [ISO 14001:2015, definição 3.2.4].

As respostas obtidas, organizadas por grupo de peritos foram:

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Total
Concordo em absoluto	1	12	8	21
Concordo	1	34	24	59
Não concordo nem discordo	1	20	16	37
Discordo	1	12	1	14
Discordo em absoluto	1	14	0	15

Tabela n.º 37 – Melhoria n.º 4 – Resultados da concordância.

Já no que diz respeito à importância:

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Total
Absolutamente essencial	0	8	2	10
Muito importante	2	20	13	35
De média importância	0	31	24	55
De pequena importância	2	19	8	29
Sem nenhuma importância	1	14	2	17

Tabela n.º 38 – Melhoria n.º 4 – Resultados da importância.

Nota: Grupo 1 - Especialistas em gestão energética em ambiente industrial com artigos científicos relevantes publicados e revistos pelos pares; Grupo 2 - Auditores externos de certificação ISO 50001:2011 com competências na área industrial e especialistas em sistemas de gestão de energia membros do Comité Técnico

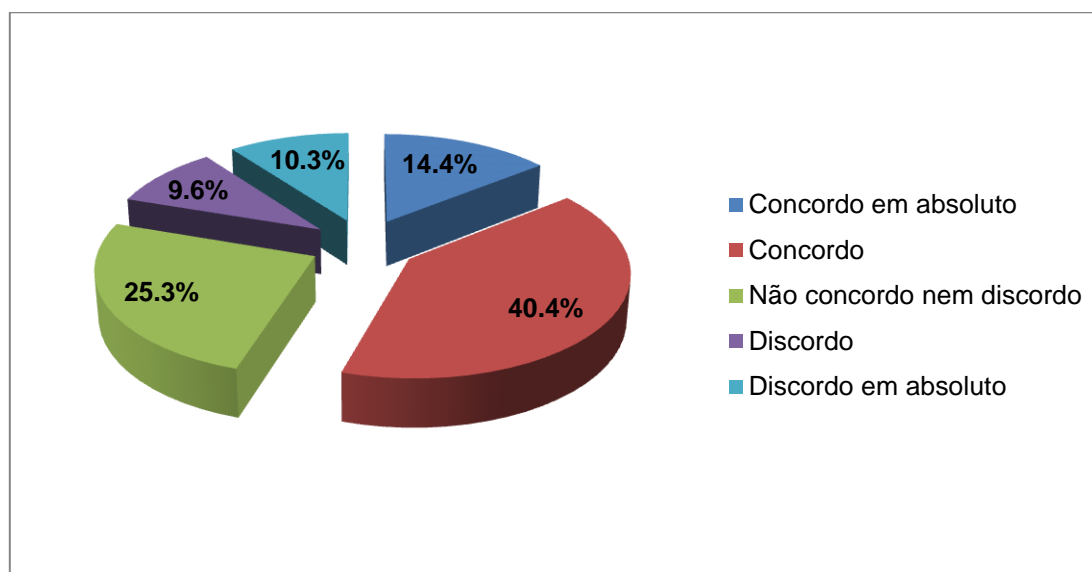


Figura n.º 35 – Melhoria n.º 4 – resultados da concordância.

Já no que diz respeito à importância:

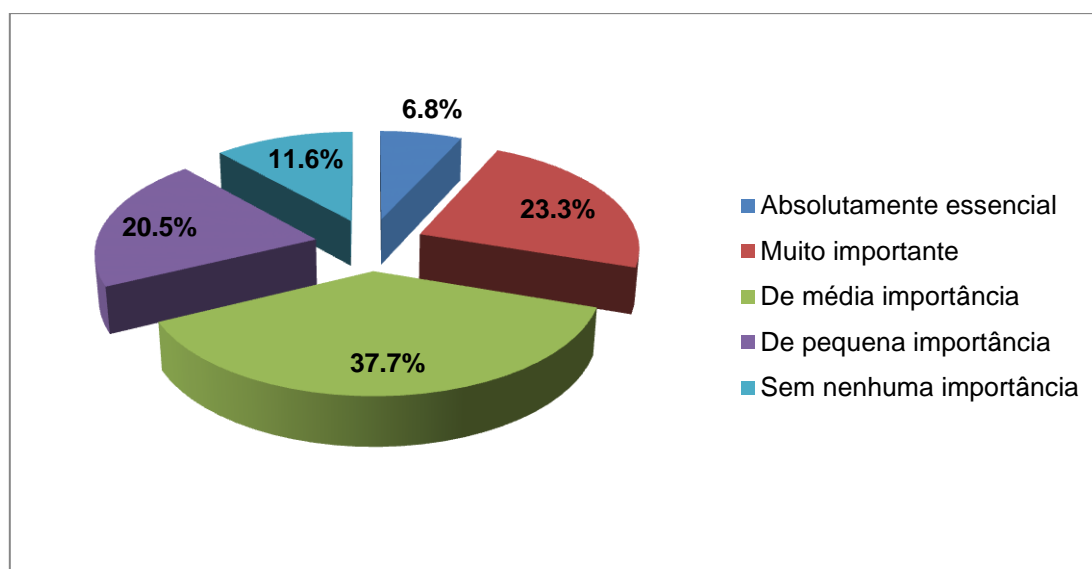


Figura n.º 36 – Melhoria n.º 4 – resultados da importância.

A análise destes gráficos permite a conclusão de que a melhoria n.º 4 foi bem recebida pelos peritos, com 54.8 % concordando com a mesma mas somente 30.1 % considerando-a importante. Apenas 19.9 % discordam desta melhoria e 32.2 % não a consideram como importante.

Considerando novamente uma análise descritiva de associação, a relação entre os níveis de concordância positivos (concordo em absoluto e concordo) com os níveis de importância maiores (absolutamente essencial e muito importante), para a melhoria n.º 4 são:

	Absolutamente essencial	Muito importante	Totais
Concordo em absoluto	3.1 %	2.7 %	5.8 %
Concordo	0.3 %	8.6 %	8.9 %
Totais	3.4 %	11.3 %	14.7 %

Tabela n.º 39 – Melhoria n.º 4 - Combinações de níveis de concordância positivos com níveis de importância mais elevados.

No outro extremo:

	De pequena importância	Sem nenhuma importância	Totais
Discordo	3.8 %	0.3 %	4.1 %
Discordo em absoluto	0.3 %	4.1 %	4.4 %
Totais	4.1 %	4.4 %	8.5 %

Tabela n.º 40 – Melhoria n.º 4 - Combinações de níveis de concordância negativos com níveis de importância menores.

Foram recebidos cinquenta e três comentários dos peritos no tocante a esta melhoria. Após análise, foi evidente a repetição dos comentários da melhoria n.º 3, ou seja, a opinião manifestada de que a norma ISO 50001 não deve lidar com questões ambientais, exatamente pelos mesmos peritos. Em função disto, não há necessidade de reproduzir esses comentários. A totalidade dos comentários pode ser consultada no anexo n.º 6.

7.4.3.5 – Melhoria n.º 5

A melhoria proposta aos peritos e identificada com o número 5 foi:

Alteração proposta - Alteração dos requisitos do ponto 4.4.6 da norma ISO 50001:2011: Ao estabelecer e rever os seus objetivos e metas, a organização deve ter em conta as exigências legais e outros requisitos, usos significativos de energia e oportunidades de melhoria do desempenho energético, identificados na avaliação energética. Deve também considerar as suas opções tecnológicas, os impactes ambientais relacionados com a utilização de energia e os seus requisitos financeiros, operacionais e de negócio, bem como os pontos de vista das partes interessadas.

As respostas obtidas, organizadas por grupo de peritos foram:

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Total
Concordo em absoluto	1	23	14	38
Concordo	2	37	24	63
Não concordo nem discordo	1	15	10	26
Discordo	0	10	1	11
Discordo em absoluto	1	7	0	8

Tabela n.º 41 – Melhoria n.º 5 – Resultados da concordância.

Já no que diz respeito à importância:

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Total
Absolutamente essencial	0	16	9	25
Muito importante	2	29	22	53
De média importância	0	27	18	45
De pequena importância	2	10	0	12
Sem nenhuma importância	1	10	0	11

Tabela n.º 42 – Melhoria n.º 5 – Resultados da importância.

Nota: Grupo 1 - Especialistas em gestão energética em ambiente industrial com artigos científicos relevantes publicados e revistos pelos pares; Grupo 2 - Auditores externos de certificação ISO 50001:2011 com competências na área industrial e especialistas em sistemas de gestão de energia membros do Comité Técnico 301 da *International Organisation for Standardisation*; Grupo 3 - Gestores de sistemas de gestão de energia ISO 50001:2011 de empresas industriais e consultores de sistemas de gestão de energia.

Graficamente:

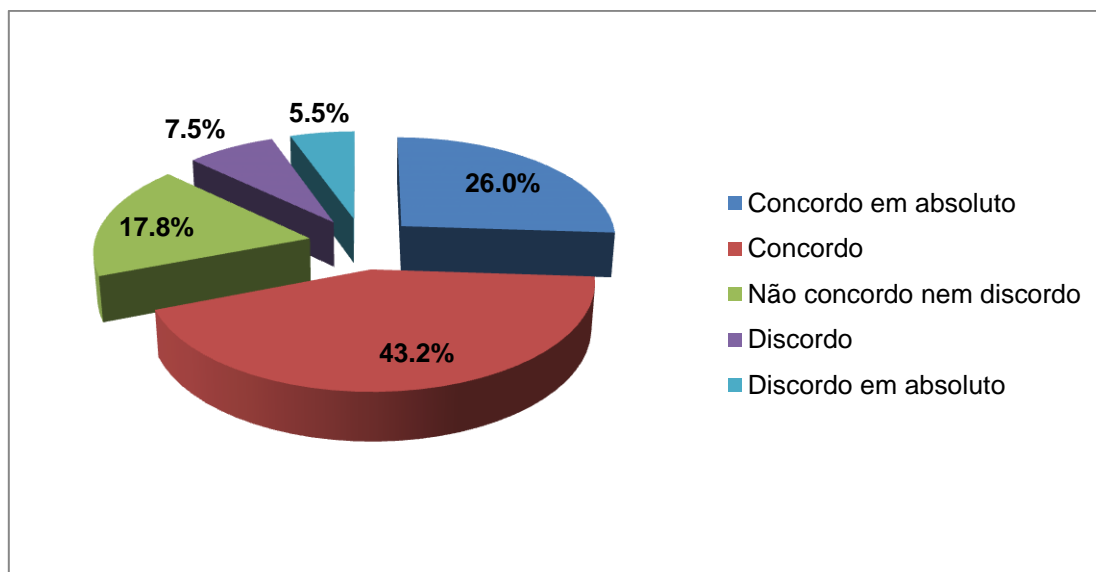


Figura n.º 37 – Melhoria n.º 5 – resultados da concordância.

Já no que diz respeito à importância:

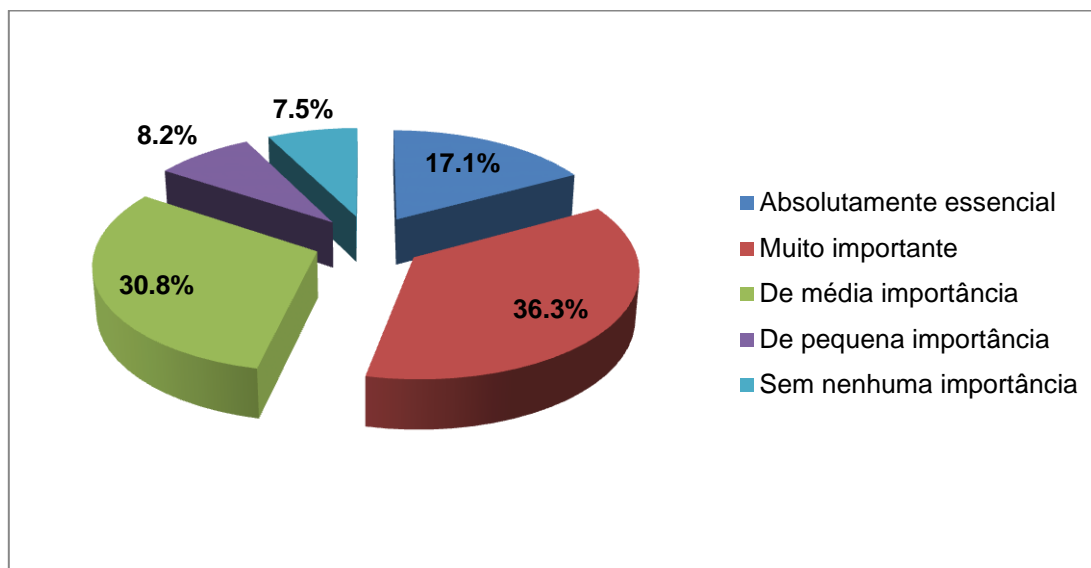


Figura n.º 38 – Melhoria n.º 5 – resultados da importância.

A análise destes gráficos permite a conclusão de que a melhoria n.º 5 foi bem recebida pelos peritos, com 69.2 % concordando com a mesma e 53.4 % considerando-a importante. Somente 13 % discordam desta melhoria e 15.8 % não a consideram como importante.

Nesta melhoria, o quadro de contingência positivo é apresentado na tabela seguinte:

	Absolutamente essencial	Muito importante	Totais
Concordo em absoluto	8.2 %	3.1 %	11.3 %
Concordo	0.0 %	14.7 %	14.7 %
Totais	8.2 %	14.8 %	26.0 %

Tabela n.º 43 – Melhoria n.º 5 - Combinações de níveis de concordância positivos com níveis de importância mais elevados.

E o negativo é:

	De pequena importância	Sem nenhuma importância	Totais
Discordo	1.4 %	1.7 %	3.1 %
Discordo em absoluto	0.0 %	2.1 %	2.1 %
Totais	1.4 %	3.8 %	5.2 %

Tabela n.º 44 – Melhoria n.º 5 - Combinações de níveis de concordância negativos com níveis de importância menores.

Foram recebidos quarenta e quatro comentários dos peritos no tocante a esta melhoria. Após análise, foi evidente a repetição dos comentários das melhorias n.º 3 e n.º 4, ou seja, a opinião manifestada de que a norma ISO 50001 não deve lidar com questões ambientais. Não foi identificado qualquer outro tema relevante nos restantes comentários. A totalidade dos comentários pode ser consultada no anexo n.º 6.

7.4.3.6 – Melhoria n.º 6

A melhoria proposta aos peritos e identificada com o número 6 foi:

Alteração proposta - Introdução de requisito adicional no ponto 4.4 da norma ISO 50001:2011: O planeamento energético deve incluir uma avaliação da exposição da organização aos componentes relevantes do risco energético relacionado com os seus usos energéticos.

As respostas obtidas, organizadas por grupo de peritos foram:

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Total
Concordo em absoluto	3	18	8	29
Concordo	2	41	27	70
Não concordo nem discordo	0	17	12	29
Discordo	0	11	2	13
Discordo em absoluto	0	5	0	5

Tabela n.º 45 – Melhoria n.º 6 – Resultados da concordância.

Já no que diz respeito à importância:

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Total
Absolutamente essencial	2	13	7	22
Muito importante	2	34	19	55
De média importância	0	25	18	43
De pequena importância	1	9	5	15
Sem nenhuma importância	0	11	0	11

Tabela n.º 46 – Melhoria n.º 6 – Resultados da importância.

Nota: Grupo 1 - Especialistas em gestão energética em ambiente industrial com artigos científicos relevantes publicados e revistos pelos pares; Grupo 2 - Auditores externos de certificação ISO 50001:2011 com competências na área industrial e especialistas em sistemas de gestão de energia membros do Comité Técnico 301 da *International Organisation for Standardisation*; Grupo 3 - Gestores de sistemas de gestão de energia ISO 50001:2011 de empresas industriais e consultores de sistemas de gestão de energia.

Importa visualizar estes dados numa forma gráfica:

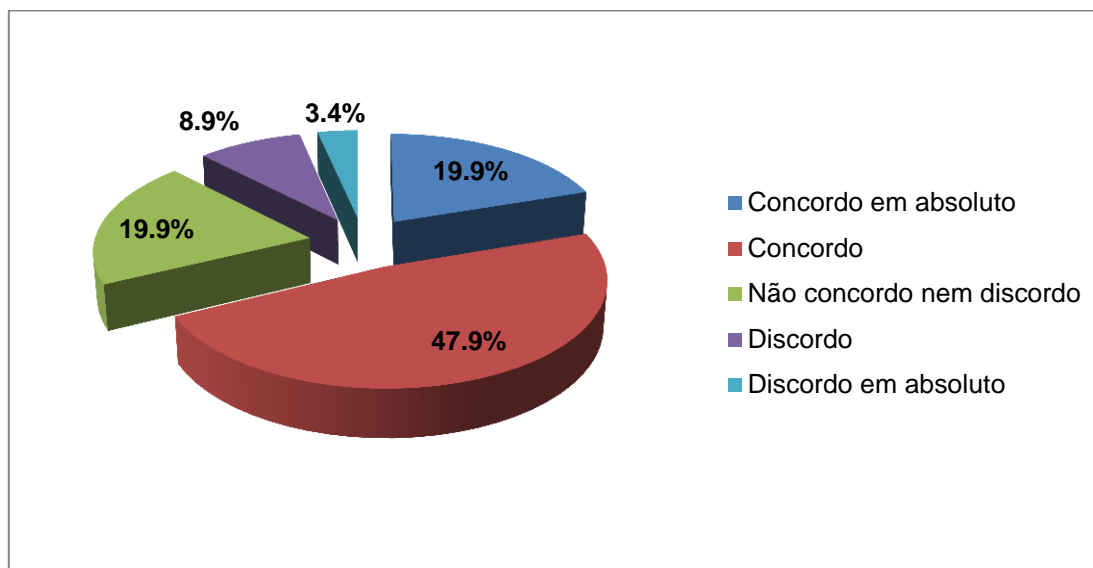


Figura n.º 39 – Melhoria n.º 6 – resultados da concordância.

Já no que diz respeito à importância:

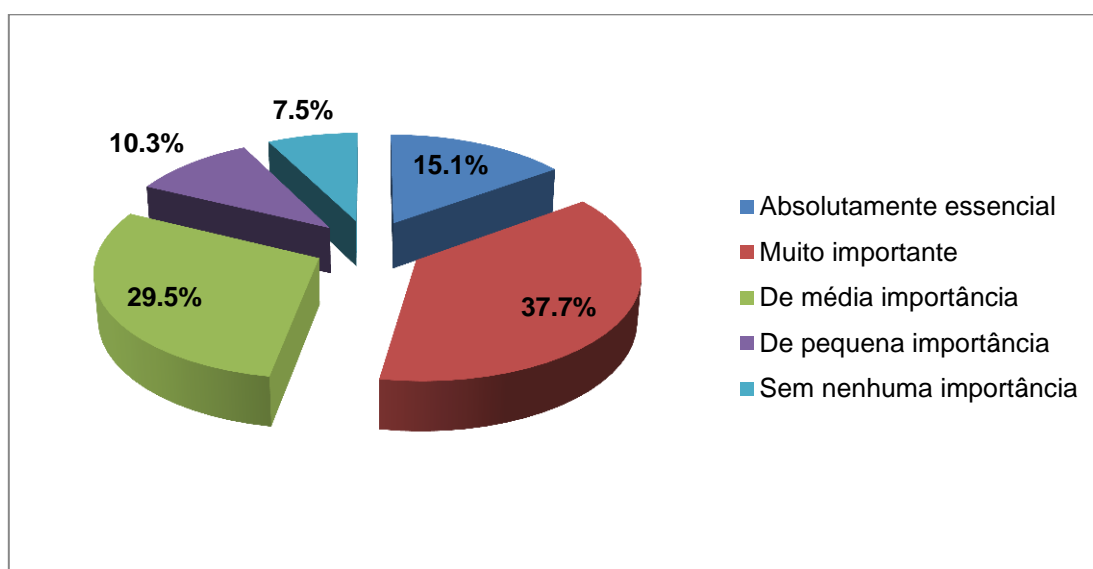


Figura n.º 40 – Melhoria n.º 6 – resultados da importância.

A análise destes gráficos permite a conclusão de que a melhoria n.º 6 foi bem recebida pelos peritos, com uma maioria considerável de 67.8 % concordando com a mesma e 52.7 % considerando-a importante. Somente 12.3 % discordam desta melhoria e 17.8 % não a consideram como importante.

Considerando também aqui, uma análise descritiva de associação:

	Absolutamente essencial	Muito importante	Totais
Concordo em absoluto	6.8 %	3.1 %	9.9 %
Concordo	0.3 %	15.4 %	15.7 %
Totais	7.1 %	18.5 %	25.6 %

Tabela n.º 47 – Melhoria n.º 6 - Combinações de níveis de concordância positivos com níveis de importância mais elevados.

A relação entre os níveis de concordância negativos (discordo em absoluto e discordo) com os níveis de importância menores (De pequena importância e Sem nenhuma importância) é:

	De pequena importância	Sem nenhuma importância	Totais
Discordo	2.4 %	1.7 %	4.1 %
Discordo em absoluto	0.0 %	1.7 %	1.7 %
Totais	2.4 %	3.4 %	5.8 %

Tabela n.º 48 – Melhoria n.º 6 - Combinações de níveis de concordância negativos com níveis de importância menores.

Foram recebidos quarenta e nove comentários dos peritos no tocante a esta melhoria, sendo uma parte muito significativa, relativa ao facto desta melhoria estar a ser considerada no processo de revisão em curso da norma ISO 50001, através da adoção dos princípios constantes do Anexo SL, estrutura de alto nível comum a todas as normas ISO de sistemas de gestão, publicadas ou revistas depois de 2015. Este Anexo SL foi aprovado pela Diretiva ISO/IEC Parte 1 – Suplemento ISO Consolidado (ISO/IEC, 2015).

Uma vez que este trabalho se foca exclusivamente na norma ISO 50001:2011 e não nos documentos que se encontram a circular do processo de revisão em curso, estes comentários dos peritos não foram considerados. Não foi identificado qualquer outro tema relevante nos restantes comentários. A totalidade dos comentários pode ser consultada no anexo n.º 6.

8 – Conclusão, discussão e perspectivas de trabalho futuro

8.1 – Introdução

O objetivo final deste trabalho final de mestrado foi estabelecido em três vertentes distintas, sequenciais e inter-relacionadas:

- a) Analisar o sistema de gestão da energia (SGE) descrito na ISO 50001:2011 em termos de implementação e eficácia, em ambiente industrial.
- b) Identificar e discutir lacunas na ISO 50001:2011 em termos de gestão energética para o desenvolvimento sustentável, na atividade industrial.
- c) Propor possíveis melhorias para a ISO 50001:2011 em termos de gestão energética para o desenvolvimento sustentável e validá-las através da opinião de peritos.

No que se refere à análise do sistema de gestão da energia descrito na ISO 50001:2011 em termos de implementação e eficácia, em ambiente industrial, foi necessário estabelecer três hipóteses, para cada um dos objetivos declarados desta norma internacional:

Hipótese n.º 1 - A implementação da ISO 50001 é eficaz relativamente ao objetivo enunciado de melhorar o desempenho energético, incluindo a eficiência energética, uso e consumo de energia.

Hipótese n.º 2 - A implementação da ISO 50001 é eficaz relativamente ao objetivo enunciado de redução dos custos de energia.

Hipótese n.º 3 - A implementação da ISO 50001 não é eficaz relativamente ao objetivo enunciado de redução das emissões de gases de efeito de estufa e de outros impactes ambientais relacionados.

Para o estudo realizado sobre a identificação e discussão de lacunas na ISO 50001:2011 em termos de gestão energética para o desenvolvimento sustentável, na atividade industrial, foi estabelecida a hipótese n.º 4: A norma ISO 50001 tem lacunas em termos de gestão energética para o desenvolvimento sustentável.

Adicionalmente, este trabalho final de mestrado, utilizando o resultado do trabalho sobre as hipóteses anteriores tem o objetivo de identificar e concretizar propostas de melhoria na norma internacional ISO 50001:2011, considerando o ponto de vista dos princípios de gestão

energética para o desenvolvimento sustentável. Para as propostas em causa foi testada a hipótese n.º 5:

As propostas de melhoria selecionadas contribuem positivamente para a evolução da ISO 50001 em termos de gestão energética para o desenvolvimento sustentável, que foi sujeita à análise de peritos em gestão energética na indústria.

8.2 – Discussão da implementação e eficácia em ambiente industrial

No que se refere à hipótese n.º 1, foi possível encontrar dados e informação úteis e em número considerável, tendo sido reportadas inúmeras vantagens / benefícios da implementação de sistemas de gestão de energia em ambiente industrial, sendo unanimemente referida a obtenção de poupanças energéticas, tanto em termos de custo da energia como em quantidade de energia consumida. Esta opinião unânime deriva dos artigos científicos revistos e das contribuições de várias áreas geográficas no mundo e de vários sectores de atividade industrial, tanto em termos de análise bibliográfica como em termos de resultados dos estudos de caso, reforçando e consolidando assim esta hipótese.

De facto, as evidências apontam, sem dúvida, para uma relação direta positiva entre a implementação da ISO 50001 e o objetivo enunciado de melhorar o desempenho energético, incluindo a eficiência energética, uso e consumo de energia, contribuindo assim, de forma decisiva para o desenvolvimento sustentável, tanto na perspetiva clássica de Brundtland como nas perspetivas atuais de sustentabilidade fraca e forte.

Analisando agora em detalhe, a hipótese n.º 2, as características demonstradas da implementação de sistemas de gestão de energia baseados na norma internacional ISO 50001:2011, permitem evidenciar que há uma forte correlação direta e positiva com o objetivo enunciado de redução dos custos de energia. Torna-se claro que esta hipótese é corroborada, quer do ponto de vista da análise bibliográfica, quer do ponto de vista da análise dos estudos de caso.

Isto acontece tanto pela contribuição simultânea da melhoria do desempenho energético, anteriormente comentada, que origina poupanças energéticas, num contexto de preços estáveis de energia, como pelo facto de ser unanimemente reportada como uma vantagem / benefício da implementação de sistemas de gestão de energia. A análise bibliográfica realizada na investigação desta hipótese utilizou conteúdos de muitas fontes credíveis e diversificadas, representando muitas partes interessadas e com uma base geográfica importante, tendo todas

estas fontes corroborado esta hipótese. Corroboração essa também plenamente confirmada pela análise dos estudos de caso, que apresenta um dado muito interessante de 50 % de casos com reduções de custos superiores a 5 %.

Interessante ainda, na análise efetuada à redução dos custos de energia, é a análise feita por vários autores sobre o período de amortização total do investimento com a implementação da norma ISO 50001:2011 numa indústria, que não é superior a 2 anos (nos casos encontrados).

É assim notória e clara a influência positiva da norma internacional ISO 50001:2011 na redução dos custos de energia das empresas do sector industrial e por consequência no pilar económico do desenvolvimento sustentável, através, por exemplo, da diminuição dos custos de energia por unidade produzida ou pela libertação de recursos financeiros ou até pelo aumento dos lucros da empresa.

Relativamente à hipótese n.º 3, a implementação da norma internacional ISO 50001:2011 não consegue demonstrar eficácia na redução das emissões de gases de efeito de estufa e de outros impactes ambientais relacionados.

Em primeiro lugar, deve ser referida a menor disponibilidade de artigos científicos credíveis sobre este tema, ainda que seja profusamente referido como uma das motivações e benefícios genéricos e conceptuais da implementação da ISO 50001. No entanto, a literatura científica disponível, é consensual no facto de não haver uma correlação direta entre a implementação dos sistemas de gestão de energia baseados na ISO 50001:2011 e a redução de emissões de gases de efeito de estufa e de impactes ambientais relacionados. Os utilizadores da ISO 50001 nem sequer reportam como benefício, a redução de emissões de gases de efeito de estufa e de impactes ambientais relacionados.

Neste âmbito, a análise de estudos de caso realizada é determinante, mas observa-se que estas questões não são sequer reportadas em 23.8 % dos casos, indiciando uma ausência significativa de relevância deste tema aquando da implementação de sistemas de gestão de energia. Dos casos reportados, a redução de emissões de gases de efeito de estufa através da implementação de sistemas de gestão de energia, foi referida por vinte e oito dos quarenta e dois estudos de caso disponíveis, ou seja, em 66.7 %. Mas por outro lado, a redução dos outros impactes ambientais relacionados com a utilização da energia, somente cinco dos quarenta e dois (11.9 %) estudos de caso reporta esse efeito da implementação de sistemas de gestão de energia.

Não é assim considerada clara a correlação entre a implementação da ISO 50001 e a redução de emissões de gases de efeito de estufa e de impactes ambientais relacionados. Esta parece acontecer por via indireta, ou seja, através da redução do consumo total de energia numa organização, que conduz à redução da magnitude dos impactes ambientais e das emissões de gases de efeito de estufa associados a essa energia consumida.

Este facto é reforçado pela conclusão de que a implementação da ISO 50001:2011 não é a origem do aumento da utilização de energias renováveis, perdendo-se assim uma das possibilidades mais óbvias e naturais de redução de emissões de gases de efeito de estufa e de impactes ambientais relacionados.

Foi então com alguma surpresa, que a hipótese n.º 3 se revelou correta, demonstrando uma falha clara e significativa nos objetivos enunciados da norma internacional ISO 50001:2011, especialmente levando em conta a importância do pilar ambiental nos conceitos tradicionais e atuais do desenvolvimento sustentável.

8.3 – Discussão da identificação de lacunas

Uma das questões mais relevantes para responder neste trabalho foi materializada na hipótese n.º 4:

A norma ISO 50001 tem lacunas em termos de gestão energética para o desenvolvimento sustentável.

As potenciais áreas de melhoria na norma internacional ISO 50001:2011 foram deduzidas considerando os conceitos de eficiência energética, desenvolvimento sustentável e sistema de gestão de energia, com o trabalho de compilação e análise realizado por Schulze (Schulze, Nehler, Ottosson, & Thollander, 2016) com a sua *framework of an integrative energy management*, e a ajuda do BREF eficiência energética (European Commission, 2009). Foi deste modo assegurada a complementaridade e a abrangência dos temas necessários para a construção dum sistema de gestão de energia ideal, criado pela combinação destas duas fontes. Este sistema de gestão de energia ideal foi então usado para evidenciar quais as lacunas atuais da ISO 50001:2011.

Adicionalmente, a falta de eficácia da norma ISO 50001:2011 relativamente ao objetivo enunciado de redução das emissões de gases de efeito de estufa e de outros impactes ambientais relacionados, levou à identificação deste objetivo como mais uma lacuna.

Foram então consideradas quatro lacunas:

- Estratégia de gestão do risco energético.
- Desenvolvimento de tecnologias de eficiência energética.
- Acompanhamento de desenvolvimentos das técnicas de eficiência energética.
- Redução dos impactes ambientais relacionados com a utilização da energia.

Foi utilizado o trabalho de Lee (Lee K.-H. , 2015) construído na base do trabalho anterior de Bunse (Bunse, Vodicka, Schoensleben, Brühlhart, & Ernst, 2011), com o seu conceito de gestão energética para o desenvolvimento sustentável. Procurou-se garantir abrangência e credibilidade elevada nesta parte importante do trabalho, reconhecendo a importância e validade deste conceito, seleccionando este conceito como critério de base para utilização na avaliação da adequação e significância das lacunas identificadas da norma internacional ISO 50001:2011.

Das quatro lacunas identificadas, utilizando este critério de comparação, somente a redução dos impactes ambientais relacionados com a utilização da energia demonstrou uma relação de associação direta mais fraca do que as outras lacunas. Esta relação mais fraca deve-se sobretudo à incapacidade do conceito de redução dos impactes ambientais de estabelecer uma relação direta com os aspetos económicos da gestão energética para o desenvolvimento sustentável.

Para finalizar a análise da relevância das lacunas identificadas na norma internacional ISO 50001:2011, foi seleccionado outro critério de análise, complementar e com uma perspectiva diferente da publicada por Lee (Lee K.-H. , 2015), que é o resultado do trabalho de inúmeras partes interessadas no desenvolvimento sustentável a nível mundial, ou seja a Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas, especificamente o seu objetivo n.º 7 sobre energia (United Nations a, 2015).

Ao determinar a relação e o contributo possível de cada uma das quatro lacunas da ISO 50001:2011 que foram anteriormente identificadas, com estas metas do Objetivo n.º 7 dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas, foi possível concluir que, todas estas lacunas têm uma relação clara e em sentido positivo com pelo menos duas das metas do Objetivo n.º 7, e que em nenhuma delas foi identificada uma relação com contributo negativo, ou seja, no sentido inverso ao pretendido.

Este duplo critério de análise foi então decisivo para enquadrar todo o trabalho anterior de criação dum sistema de gestão de energia ideal e de análise de implementação da norma ISO 50001:2011, demonstrando como verificada a hipótese estabelecida:

A norma ISO 50001 tem lacunas em termos de gestão energética para o desenvolvimento sustentável.

Em sumário, não ficaram dúvidas que, se a norma internacional ISO 50001:2011 pretende contribuir para o desenvolvimento sustentável de modo efetivo e sistemático e não incidental, terá de conseguir suprir as quatro lacunas identificadas, para que se possa tornar um real instrumento de desenvolvimento sustentável.

8.4 – Discussão das melhorias propostas

8.4.1 – Análise individual

Em função das quatro lacunas identificadas, foram desenvolvidas seis potenciais melhorias na ISO 50001:2011, através duma análise detalhada das implicações de cada uma das lacunas nos requisitos desta norma. Foi então colocada a seguinte questão de investigação:

Hipótese n.º 5 – As propostas de melhoria selecionadas contribuem positivamente para a evolução da ISO 50001 em termos de gestão energética para o desenvolvimento sustentável.

O inquérito aos peritos em sistemas de gestão de energia, obteve cento e quarenta e seis respostas e foi realizado através da divulgação digital aos participantes de questionários personalizados para cada um dos três grupos de peritos, contendo questões dirigidas ou fechadas, numa ordem lógica, de escolha múltipla, com uma escala de Likert de 5 pontos com uma subdivisão em concordância e importância para cada melhoria proposta.

Este inquérito *on-line*, compreendeu quatrocentos e dez contactos, selecionados a partir de diversas bases de dados credíveis e rastreáveis, com uma taxa de resposta de 35.6 %, respostas estas provenientes de trinta e nove países de todos os continentes, o que permitiu assegurar um nível de representatividade muito razoável dos peritos.

O software *on-line Google Forms* foi o escolhido para este efeito, devido à sua simplicidade de acesso e utilização e também universalidade. No entanto, apresenta limitações significativas no desenho das questões e na sua inter-relação, no acompanhamento da evolução das respostas dadas e no formato e conteúdo da informação e dados registados incluindo o seu tratamento.

Para obstar a estas limitações, tornadas evidentes durante o teste feito aos peritos Portugueses e Brasileiros, optou-se por dividir o inquérito em três grupos distintos, fazendo-os coincidir com os grupos de peritos. No final do período de recolha de respostas, os dados e informação recebidos foram transpostos para folhas de cálculo e documentos pdf, para efeitos de análise e tratamento.

As dificuldades de obtenção de contactos incluindo endereço de correio eletrónicos dos peritos foram consideráveis, tendo ocupado muito mais tempo do que o inicialmente antecipado, principalmente devido à necessidade de autorizações para acesso a bases de dados com informação sensível do ponto de vista comercial ou pessoal e devido à seleção criteriosa dos peritos, evitando endereços de correio eletrónico genéricos, ou seja, não personalizados.

Outro fator que influenciou a aquisição de contactos úteis de peritos em sistemas de gestão de energia foi a sua própria qualificação como perito. Por exemplo, nem todos os auditores ISO 50001 do organismo de certificação Lloyd's Register Quality Assurance possuem competência industrial e por isso tiveram de ser excluídos do grupo de peritos. Outra exclusão realizada foi a dos gestores de energia de empresas certificadas ISO 50001 não pertencentes ao sector industrial, que obrigou à classificação económica de cada uma das empresas, de modo a garantir que só eram contactados e que só eram recebidas respostas de gestores de energia do sector industrial.

Analisando agora em detalhe a melhoria n.º 1, sobre identificação, análise e acesso às tecnologias e técnicas de eficiência energética, pode-se concluir pela sua validade, em função do elevado nível de concordância manifestado pelos peritos (74.7 %), tendo somente 19.9 % discordado desta melhoria. O facto de 57.5 % dos peritos considerar esta melhoria como importante, reforça a validade da mesma.

A grande diferença entre o nível de contingência positivo (26.4 %) e o nível de contingência negativo (5.8 %), permite confirmar a validade desta melhoria.

Os comentários recebidos sobre esta melhoria apresentaram um tema recorrente e mais frequente - disponibilização de recursos financeiros para a implementação prática deste requisito. Na verdade, estamos perante duas vertentes distintas de recursos financeiros – os relativos aos custos decorrentes da identificação, análise e acesso às tecnologias e técnicas de eficiência energética e os relativos à incorporação destas nos processos produtivos da unidade industrial.

Esta proposta de melhoria limita-se à introdução dum processo para a identificação, análise e acesso às tecnologias e técnicas de eficiência energética, não obrigando à sua posterior implementação prática, pelo que os comentários recebidos sobre os recursos financeiros necessários para a sua incorporação nos processos produtivos da unidade industrial, não se afiguram relevantes para a matéria em estudo.

Já no caso dos recursos financeiros relativos aos custos decorrentes da identificação, análise e acesso às tecnologias e técnicas de eficiência energética, considerando a profusão e abrangência de informação sobre este tema na *internet* e em bibliografia de fácil acesso, quer proveniente de entidades privadas que visam o lucro, quer proveniente de entidades públicas incluindo governamentais, levam a concluir que não serão requeridos recursos financeiros adicionais ou significativos, para dar cumprimento a este requisito adicional da norma internacional ISO 50001:2011.

Ainda sobre os comentários recebidos, em vários casos, é referida a necessidade de atualização periódica e permanente do conhecimento, por parte da empresa industrial, da tecnologia aplicável aos processos produtivos e à eficiência energética, em virtude do ritmo de mudança muito rápido destas questões e do seu papel como motor da melhoria contínua da organização. Estes comentários reforçam a validade desta proposta de melhoria.

Este trabalho analisa somente a norma internacional ISO 50001 na sua versão publicada em 2011 e é sobre esta que se propõem as melhorias. Por isso, não foram considerados os comentários recebidos sobre a concordância ou discordância, da melhoria proposta com os novos requisitos propostos para a ISO 50001, no âmbito do processo de revisão em curso na Comissão Técnica 301 da *International Organisation for Standardisation*.

Por último, em função da quantidade de comentários recebidos (sessenta em cento e quarenta e seis respostas), parece evidente que a introdução deste novo requisito na ISO 50001, beneficiará se for acompanhada por uma nota explicativa no Anexo A (informativo) que contém as linhas de orientação para a utilização da norma, clarificando os conceitos de tecnologia e técnica de eficiência energética com a introdução de exemplos selecionados de metodologias de identificação, análise e acesso.

Ainda sobre a melhoria n.º 1, observa-se que as respostas obtidas dos grupos de peritos n.º 2 e n.º 3, não diferem significativamente entre si nem dos resultados de conjunto. Concretizando,

o nível de concordância do grupo de peritos n.º 2 foi de 72.8 % e o do grupo de peritos n.º 3 de 81.6 %, ou seja, de forte concordância e em linha com o resultado global de 74.7 %. O mesmo se passa no caso do nível de importância que foi de 55.4 % no grupo de peritos n.º 2 e de 63.3 % no grupo de peritos n.º 3, também em linha com o resultado global de 57.5 %.

Dissonantes foram as respostas obtidas do grupo de peritos n.º 1, com um nível de concordância de apenas 40 % e um nível de importância de apenas 40 % também. Devido à sua muito reduzida dimensão (somente cinco em cento e quarenta e seis respostas), estes resultados não influenciaram o resultado global. Em função de dois dos comentários recebidos¹¹, parece haver um foco na vertente da tecnologia desta melhoria, recusando que esta seja o único motor da melhoria contínua da ISO 50001, mas ignorando ou não reconhecendo a ligação entre a definição de técnica, a gestão de processos e as melhorias do controlo operacional, conforme advogada por esta melhoria.

Abordando agora a melhoria n.º 2, referente à participação em projetos de investigação no âmbito do desenvolvimento tecnológico, relacionado com a eficiência energética, como forma de ter acesso às tecnologias de eficiência energética mais recentes, esta não foi tão bem recebida pelos peritos. O nível de concordância foi de 45.2 % e o de importância de 33.6 % mas 32.2 % discordam desta melhoria e 31.5 % não a consideram importante. Em função do nível de concordância ser, ainda assim, claramente superior ao nível de discordância, pode-se considerar esta melhoria como válida.

A muito pequena diferença entre o nível de contingência positivo (14.7 %) e o nível de contingência negativo (12.0 %), é consonante com a consideração de validade desta melhoria, indicada no parágrafo anterior.

Olhando para os comentários recebidos sobre esta melhoria, após análise, foi identificado um tema recorrente e mais frequente – dificuldades na implementação deste requisito nas pequenas empresas, que parece ter afetado em grande medida os resultados. No entanto, na própria redação deste requisito adicional não foi incluída qualquer obrigatoriedade de participação em projetos de investigação no âmbito do desenvolvimento tecnológico, relacionado com a eficiência energética, como forma de ter acesso às tecnologias de eficiência energética mais recentes, mantendo, conscientemente a voluntariedade de participação.

¹¹ Por exemplo: Discordo em absoluto. A sugestão acima é por vezes um entendimento incorreto da gestão energética comum uma mera melhoria técnica. Esta é frequentemente a percepção dum especialista em tecnologia, p.ex.: um auditor energético, mas a ISO 50001 é um Sistema de gestão (autor - Patrik Thollander, tradução própria).

De facto, a pesquisa realizada aponta para essa lacuna e para a necessidade de melhorar o acesso das organizações industriais ao conhecimento científico sobre eficiência energética, tornando fundamental a inserção deste requisito adicional, sob a forma facultativa, para que este tema possa ser analisado e promovido internamente pela organização, independentemente da sua dimensão ou do seu nível de consumo energético. Este pensamento é reforçado por alguns comentários recebidos neste sentido.

Parece também relevante, reconhecendo a enorme contribuição do desenvolvimento tecnológico na melhoria da eficiência energética, que sob o ponto de vista do desenvolvimento sustentável, deva ser considerada uma maior interligação entre as partes interessadas na ISO 50001 e os centros de investigação tecnológica, para que estes possam conhecer melhor e adaptar os seus processos de investigação científica às necessidades dos utilizadores da ISO 50001. Foram recebidos comentários contrários a este princípio e outros exatamente neste sentido, pelo que não é relevante analisá-los em detalhe.

Este trabalho analisa somente a norma internacional ISO 50001 na sua versão publicada em 2011 e é sobre esta que se propõem as melhorias. Por isso, não foram novamente considerados os comentários recebidos sobre a concordância ou discordância, da melhoria proposta com os novos requisitos propostos para a ISO 50001, no âmbito do processo de revisão em curso na Comissão Técnica 301 da *International Organisation for Standardisation*.

Parece também ser necessário nesta melhoria, em função da quantidade de comentários recebidos (sessenta e cinco em cento e quarenta e seis respostas), que a introdução deste novo requisito na ISO 50001, seja acompanhada por uma nota explicativa no Anexo A (informativo) que contém as linhas de orientação para a utilização da norma, com a introdução de exemplos seleccionados de participação em projetos de investigação no âmbito do desenvolvimento tecnológico, relacionado com a eficiência energética, como forma de ter acesso às tecnologias de eficiência energética mais recentes.

Observa-se que as respostas obtidas sobre a melhoria n.º 2 dos grupos de peritos n.º 2 e n.º 3, não diferem significativamente entre si nem dos resultados de conjunto. Concretizando, o nível de concordância do grupo de peritos n.º 2 foi de 41.3 % e o do grupo de peritos n.º 3 de 55.1 %, ou seja, de concordância indefinida e em linha com o resultado global de 45.2 %. O mesmo se passa no caso do nível de importância que foi de 33.7% no grupo de peritos n.º 2 e de 34.7 % no grupo de peritos n.º 3, também em linha com o resultado global de 31.5 %.

Bastante diferentes foram as respostas obtidas do grupo de peritos n.º 1, com um nível de concordância de apenas 20 % e um nível de importância de apenas 20 % também. Novamente, devido à sua muito reduzida dimensão (somente cinco em cento e quarenta e seis respostas), estes resultados não influenciaram o resultado global. Não foi possível encontrar um ponto comum nos comentários recebidos, capaz de explicar este resultado. Este resultado do grupo de peritos n.º 1 é muito surpreendente, pois seria de esperar que autores de artigos científicos reconhecessem e promovessem, numa maior medida que os outros grupos, a importância da maior interligação entre as partes interessadas na ISO 50001 e os centros de investigação tecnológica. Não sendo o objeto deste trabalho, não se aprofundou este tema.

Já no que toca à melhoria n.º 3, ou seja, a alteração dos requisitos do ponto 4.5.6 da norma ISO 50001:2011 para introduzir os impactes ambientais, as tecnologias e técnicas de eficiência energética na conceção de instalações, equipamentos, sistemas e processos, a distribuição das respostas sobre a concordância foi capaz de corroborar esta melhoria, em função da sua excelente receção pelos peritos, com 74.7 % de nível de concordância e 61.6 % destes considerando-a importante. Como apenas 15.8 % discordam desta melhoria e 16.4 % não a veem como importante, esta melhoria é tida como válida.

No que refere à comparação do nível de contingência positivo (29.8 %) e o nível de contingência negativo (5.7 %), esta enorme diferença permite confirmar a validade desta melhoria.

A análise aos cinquenta comentários recebidos dos peritos, realça um tema mais frequente ou comum – a opinião manifestada de que a norma ISO 50001 não deve lidar com questões ambientais. Em função do objetivo declarado desta norma, na sua introdução, de redução das emissões de gases com efeito de estufa e de outros impactes ambientais relacionados, estes comentários, contrários a esse objetivo, são incoerentes e desajustados e não serão objeto de análise neste trabalho.

Outra justificação para a não análise, neste trabalho, destes comentários é o enquadramento dado a estas melhorias pelo conceito de gestão energética para o desenvolvimento sustentável, que inclui naturalmente o pilar ambiental, reforçando a incoerência e desajustamento desses comentários.

Olhando para os restantes comentários, regista-se com agrado a ocorrência de vários apoios e elogios a esta proposta de melhoria, referindo a importância desta alteração proposta para a melhoria da ligação com o conceito de desenvolvimento sustentável e para o aumento do seu contributo real neste campo.

Prosseguindo a análise sobre a melhoria n.º 3, observa-se que as respostas obtidas dos grupos de peritos n.º 1, n.º 2 e n.º 3, não diferem significativamente entre si nem dos resultados de conjunto no tocante à concordância. Concretizando, o nível de concordância do grupo de peritos n.º 1 foi de 60 %, do grupo de peritos n.º 2 foi de 68.5 % e o do grupo de peritos n.º 3 de 87.8 %, ou seja, de forte concordância e em linha com o resultado global de 74.7 %.

O mesmo se passa no caso do nível de importância que foi de 56.5 % no grupo de peritos n.º 2 e de 73.5 % no grupo de peritos n.º 3, também em linha com o resultado global de 61.6 %.

Neste caso, existe uma clara diferença nos resultados obtidos do grupo de peritos n.º 1, no que refere ao nível de importância de apenas 40 %. Devido à sua muito reduzida dimensão (somente cinco em cento e quarenta e seis respostas), estes resultados não influenciaram o resultado global. Em função dos comentários recebidos, nada se pode concluir sobre esta diferença.

Analisando agora em detalhe a melhoria n.º 4, sobre a introdução de requisito adicional no ponto 3.29 da norma ISO 50001:2011 com a definição de impacte ambiental, o nível de concordância verificou-se como sendo 54.8 % com apenas 19.9 % a discordar desta melhoria. Em termos de importância, somente 30.1 % dos peritos a consideraram importante, sendo maior o número de peritos que não a consideraram importante (32.2 %). Esta melhoria verifica-se válida mas não importante para os peritos.

A pequena diferença entre o nível de contingência positivo (14.7 %) e o nível de contingência negativo (8.5 %), permite ainda confirmar a validade desta melhoria.

Os comentários recebidos sobre esta melhoria são essencialmente os mesmos da melhoria n.º 3, ou seja, a opinião manifestada de que a norma ISO 50001 não deve lidar com questões ambientais, exatamente pelos mesmos peritos. É no entanto realizado um comentário de forte apoio a esta proposta de melhoria, no sentido de desligar ou não relacionar a energia com o seu impacte ambiental, ser inconsistente com os princípios de desenvolvimento sustentável.

Analisando as respostas individuais dos grupos sobre a melhoria n.º 4, observa-se que as respostas obtidas dos grupos de peritos n.º 2 e n.º 3, não diferem significativamente entre si nem dos resultados de conjunto no tocante à concordância. Concretizando, o nível de concordância do grupo de peritos n.º 2 foi de 50 % e o do grupo de peritos n.º 3 de 65.3 %, ou seja, de moderada concordância e em linha com o resultado global de 54.8 %.

O mesmo se passa no caso do nível de importância que foi de 30.4 % no grupo de peritos n.º 2 e de 30.6 % no grupo de peritos n.º 3, também em linha com o resultado global de 30.1 %.

Bastante diferentes foram novamente as respostas obtidas do grupo de peritos n.º 1, com um nível de concordância de apenas 40 % e um nível de importância de apenas 20 %. Novamente, devido à sua muito reduzida dimensão (somente cinco em cento e quarenta e seis respostas), estes resultados não influenciaram o resultado global. Não foi possível encontrar um ponto comum nos comentários recebidos, capaz de explicar este resultado.

Neste momento, importa analisar a melhoria n.º 5, sobre alteração dos requisitos do ponto 4.4.6 da norma ISO 50001:2011, com a introdução da redução dos impactos ambientais relacionados com a utilização de energia na definição de objetivos, metas e planos de ação energética, onde a distribuição das respostas sobre a concordância foi indicativa da sua validade como melhoria, em função do nível de concordância elevado (69.2 %) com somente 13 % de discordância. Foi tida como importante por 53.4 % dos peritos e apenas 15.8 % não a consideraram como importante. Verifica-se válida esta melhoria.

A grande diferença entre o nível de contingência positivo (26.0 %) e o nível de contingência negativo (5.2 %), permite adicionar um nível de certeza adicional à validade desta melhoria.

Os comentários recebidos sobre esta melhoria (quarenta e quatro) são essencialmente os mesmos das melhorias n.º 3 e 4, ou seja, a opinião manifestada de que a norma ISO 50001 não deve lidar com questões ambientais. Dos restantes comentários, é de realçar o reforço da necessidade desta melhoria, dum ponto de vista de desenvolvimento sustentável, em vários casos, como um exemplo dado em que se refere que, em alguns casos, devido a políticas governamentais de tarifário energético, as organizações podem decidir usar a energia com pior impacto ambiental se não existir este requisito.

Este trabalho analisa somente a norma internacional ISO 50001 na sua versão publicada em 2011 e é sobre esta que se propõem as melhorias. Por isso, à semelhança do anteriormente

enunciado, não foram considerados os comentários recebidos sobre a concordância ou discordância, da melhoria proposta com os novos requisitos propostos para a ISO 50001.

Na análise individual dos grupos sobre a melhoria n.º 3, observa-se que as respostas obtidas dos grupos de peritos n.º 1, n.º 2 e n.º 3, não diferem significativamente entre si nem dos resultados de conjunto no tocante à concordância. Concretizando, o nível de concordância do grupo de peritos n.º 1 foi de 60 %, do grupo de peritos n.º 2 foi de 65.2 % e o do grupo de peritos n.º 3 de 77.6 %, ou seja, de forte concordância e em linha com o resultado global de 69.2 %.

O mesmo cenário pode ser observado no caso do nível de importância que foi de 40 % no grupo de peritos n.º 1 e de 48.9 % no grupo de peritos n.º 2, em linha com o resultado global de 53.4 %.

Neste caso, existe uma clara diferença nos resultados obtidos do grupo de peritos n.º 3, no que refere ao nível de importância de 63.3 %. Em função dos comentários recebidos, nada se pode concluir sobre esta diferença.

Para finalizar, analisa-se agora em detalhe a melhoria n.º 6, sobre a introdução de requisito adicional no ponto 4.4 da norma ISO 50001:2011, de avaliação do risco energético relacionados com os seus usos energéticos, onde se conclui que a melhoria n.º 6 foi bem recebida pelos peritos, com uma maioria considerável de 67.8 % concordando com a mesma e 52.7 % considerando-a importante. Somente 12.3 % discordam desta melhoria e 17.8 % não a consideram como importante. A melhoria n.º 6 está corroborada como contribuindo positivamente para a gestão energética para o desenvolvimento sustentável.

A grande diferença entre o nível de contingência positivo (25.6 %) e o nível de contingência negativo (5.8 %), permite também reafirmar esta melhoria como corroborada.

Foram recebidos quarenta e nove comentários dos peritos no tocante a esta melhoria, sendo a maior parte destes, relativa ao facto desta melhoria estar a ser considerada no processo de revisão em curso da norma ISO 50001. Não foram novamente considerados estes comentários recebidos sobre a concordância ou discordância, da melhoria proposta com os novos requisitos propostos para a ISO 50001, no âmbito do processo de revisão em curso pelas razões já enunciadas acima.

À semelhança da análise efetuada à melhoria n.º 1, levando em consideração o conteúdo de alguns dos comentários recebidos, a introdução deste novo requisito na ISO 50001, poderá ser

otimizada se for acompanhada por uma nota explicativa no Anexo A (informativo) que contém as linhas de orientação para a utilização da norma, clarificando os conceitos de risco energético e introduzindo exemplos ilustrativos do mesmo.

No que diz respeito à análise por grupo de peritos, observa-se que as respostas obtidas dos grupos de peritos n.º 2 e n.º 3, não diferem significativamente entre si nem dos resultados de conjunto. Concretizando, o nível de concordância do grupo de peritos n.º 2 foi de 64.1 % e o do grupo de peritos n.º 3 de 71.4 %, ou seja, de forte concordância e em linha com o resultado global de 67.8 %. O mesmo se passa no caso do nível de importância que foi de 51.1 % no grupo de peritos n.º 2 e de 53.1 % no grupo de peritos n.º 3, também em linha com o resultado global de 52.7 %.

Novamente dissonantes foram as respostas obtidas do grupo de peritos n.º 1, mas agora num sentido inverso, com um nível de concordância perfeita de 100 % e um nível de importância elevada de 80 %. Devido à sua muito reduzida dimensão (somente cinco em cento e quarenta e seis respostas), estes resultados não influenciaram o resultado global. Em função da receção de apenas um comentário, não é possível identificar a causa desta diferença.

8.4.2 – Considerações globais

A análise efetuada individualmente às melhorias propostas, no tocante à sua contribuição para a evolução da ISO 50001 em termos de gestão energética para o desenvolvimento sustentável, evidencia-as como válidas, sem exceção, mas com níveis de concordância e de importância bastante diferentes:

Melhoria n.º 1	Concordância	Importância
1	74.7 %	57.5 %
2	45.2 %	33.6 %
3	74.7 %	61.6 %
4	54.8 %	30.1 %

Melhoria n.º 1	Concordância	Importância
5	69.2 %	53.4 %
6	67.8 %	52.7 %
Média Total	64.4 %	48.2 %

Tabela n.º 49 – Níveis de concordância e importância de todas as melhorias.

A melhoria n.º 3, ou seja, a alteração dos requisitos do ponto 4.5.6 da norma ISO 50001:2011 para introduzir os impactes ambientais, as tecnologias e técnicas de eficiência energética na conceção de instalações, equipamentos, sistemas e processos, liderou a concordância e a importância, podendo assim ser considerada prioritária, para além de validada.

Nesta linha de raciocínio, a melhoria n.º 1, obtendo um nível de concordância semelhante ao da melhoria n.º 3, foi considerada menos importante, mas também pode ser considerada prioritária, devido a ter sido claramente penalizada pela interpretação incorreta, dada por muitos peritos sobre a disponibilização de recursos financeiros para a implementação prática da identificação, análise e acesso às tecnologias e técnicas de eficiência energética.

A melhoria n.º 5, sobre alteração dos requisitos do ponto 4.4.6 da norma ISO 50001:2011, com a introdução da redução dos impactes ambientais relacionados com a utilização de energia na definição de objetivos, metas e planos de ação energética, obteve também um elevado nível de concordância dos peritos (69.2 %) ainda que com uma importância bastante mais baixa do que as melhorias n.º 1 e n.º 3 (53.4 %).

Este resultado combinado das melhorias n.º 1, 3 e 5, é exemplificativa duma forte adesão do grupo de peritos consultados, aos princípios de desenvolvimento sustentável e de eficiência energética, nomeadamente pela ligação clara da eficiência energética, quer em termos de desempenho, quer em termos da tecnologia e da técnica respetiva, com o pilar ambiental e com o pilar económico do desenvolvimento sustentável.

A melhoria n.º 2, referente à participação em projetos de investigação no âmbito do desenvolvimento tecnológico, relacionado com a eficiência energética, como forma de ter acesso às tecnologias de eficiência energética mais recentes, apresenta o menor nível de

concordância (45.2 %), pelo que ainda sendo válida, terá o menor nível de prioridade de todas as melhorias propostas.

Deve ser também discutida a diferença assinalável nos níveis de concordância (64.4 %) e importância (48.2 %) a nível global, ou seja, menos 16.2 % na importância. Tal poderá dever-se à adesão ao princípio subjacente à melhoria ser associado pelos peritos à concordância e a implementação prática do mesmo ser associado à importância. As dificuldades da colocação no terreno do princípio, imaginadas pelo perito, podem justificar a menor pontuação da importância. Esta possibilidade é evidenciada principalmente, na análise dos comentários recebidos e já discutidos acima sobre a norma ISO 50001 não ter de lidar com questões ambientais e sobre as dificuldades das pequenas e médias empresas em gerir as questões das tecnologias e das técnicas de eficiência energética.

Foram também recebidos vinte e oito comentários globais dos peritos sobre o inquérito. A análise destes identificou dois conjuntos de comentários principais ou mais frequentes:

- Congratulações / elogios sobre o inquérito e sobre as melhorias propostas;
- Contributos para a evolução da norma ISO 50001.

A título exemplificativo, reproduzem-se em seguida alguns desses comentários, por ordem cronológica ascendente:

Perito	Comentário
Michele Fernanda Faria (General Motors do Brasil - Engenheira de Manufatura)	A norma não estabelece critérios de eficiência energética, sendo assim, empresas altamente eficientes e empresas pouco comprometidas com eficiência podem ser certificadas. O processo de certificação ISO 50001 deveria conter parâmetros de eficiência assim como estabelecido pelo EPA no processo de reconhecimento Energy Star.
Luise Zoller (Constantia Haendler&Natermann - Head of Quality)	<i>“Tente manter a norma em si tão aberta como a ISO 9001 para que ganhe mais aceitação. Não force as empresas a uma estrutura determinada em função do conteúdo.”</i>
Sebastiano Patti (Reno de Medici SpA - QESH coordination)	<i>“A revisão da norma deve fazê-la aproximar-se da Estrutura de Alto Nível (Anexo SL) e de outras normas. Na minha opinião as questões propostas deveriam fazer parte da nova revisão da norma.”</i>
Luiz Roberto Garrido Monteiro (Ambiente Seguro - Owner partner)	<i>“Nesta altura a ISO está a rever esta norma e os comentários sobre este questionário serão importantes para o comité analisar nesta revisão.”</i>
Luc Sablong (LRQA / JUNGBUNZLAUER SA - Lead Auditor)	<i>“A abordagem é interessante. No entanto, você deve ter cuidado para assegurar que as adaptações podem ser implementadas em pequenas estruturas com recursos limitados.”</i>
Aurora Venter (LRQA- Bucharest Office - Senior assessor)	<i>“Desculpe a resposta tardia – foi realmente muito bom! O que eu não estou contente com a implementação de Sistemas de gestão de energia é a falta do risco e a subsequente aproximação de processo – o que significa principalmente com Indicadores Adequados / Inteligentes (fórmula representativa para avaliar / capturar variabilidade relevante de energia para uma processo / âmbito de empresa...) e metas associadas com limites definidos de variação expectável aceitável ou não aceitável como medida do desempenho. A partir daqui como sabemos uma investigação adequada dos planos de ação – projetos de melhoria...”</i>

Perito	Comentário
Christophe GASQUET (LR Inspection / LRQA França - Responsable d'audit de certification ISO 50001, Business Development Manager França Energy ISL)	<i>“Trabalho muito bom, parabéns para o teu estudo.”</i>
Carlos Morales (Lloyd's Register Central and South America Ltd. -Lead Assessor)	<i>“Bons conceitos para introduzir na norma ISO 50001.”</i>
Albert Dessi (Department of the Environment and Energy - Energy Efficiency advisor)	<i>“Seria bastante útil se me pudesse enviar os detalhes da discussão e as referências do inquérito, porque me parecem muito úteis. Obrigado.”</i>
Álvaro Pinto (Eletrobras Engineer - Electrical)	<i>“Se as suas sugestões forem boas, você devia enviá-las para o TC-301 onde podiam ser analisados e introduzidas no próximo documento (ISO DIS 50001).”</i>

Tabela n.º 50 – Comentários globais registados e relevantes dos peritos.

Estes comentários dos peritos foram reproduzidos o mais fielmente possível, tendo sido traduzidos quando necessários. No caso de serem traduzidos, são apresentados em *Itálico*. A totalidade dos comentários pode ser consultada no anexo n.º 6.

Em termos globais, esta discussão não poderia deixar de realçar a quantidade, qualidade e diversidade de contributos, ou seja, opinião e comentários, emitidos pelos peritos, oriundos de todos os continentes (trinta e nove países) e de praticamente todos os sectores de atividade industrial e de áreas de estudo relevantes. Esta multitude de pontos de vista, das partes interessadas nos sistemas de gestão de energia, permite aumentar a certeza das conclusões retiradas sobre as melhorias à norma internacional ISO 50001:2011.

Para finalizar a discussão da hipótese n.º 5, podemos dizer que, indubitavelmente, esta hipótese foi corroborada, para todas as seis melhorias colocadas ao juízo dos peritos e que estas podem contribuir seguramente para a evolução da norma ISO 50001:2011 para um referencial útil de gestão energética para o desenvolvimento sustentável.

8.5 - Perspetivas de trabalho futuro

Dada a complexidade e extensão deste trabalho final de mestrado, foram identificadas inúmeras perspetivas de trabalho futuro nos diversos capítulos. São somente apresentadas aqui as mais relevantes, começando pelas de carácter mais genérico e finalizando com as que estão mais diretamente relacionadas com este trabalho e as que podem assegurar a sua continuação ou que complementam este trabalho.

Um dos assuntos genéricos que merece análise e estudo mais aprofundado é a relação entre o conceito de eficiência energética e o pilar social do desenvolvimento sustentável, onde só foi possível encontrar artigos e estudos genéricos. A eficiência energética é considerada como um motor de múltiplos benefícios para o desenvolvimento sustentável, tais como desenvolvimento macroeconómico, incremento dos orçamentos públicos, melhoria da saúde e do bem-estar, produtividade industrial e melhorias na distribuição de energia e, ainda que esta relação possa parecer evidente e, como é o caso presente, seja exemplificada por estudos de caso genéricos, poderia ganhar com uma análise detalhada da influência das diversas vertentes da eficiência energética no pilar social do desenvolvimento sustentável.

Outro assunto que me parece passível de estudos e desenvolvimentos futuros, devido à pouca informação específica disponível, é o desenvolvimento de indicadores de desenvolvimento sustentável energético para o sector industrial em linha com o objetivo n.º 7 da Agenda 2030 das Nações Unidas, suplementando os indicadores globais de nível regional e nacional, desenvolvida pela *Inter-Agency and Expert Group on Sustainable Development Indicators* e que foram acordados pela *Statistical Commission* das Nações Unidas em Março de 2016.

Um campo de investigação relevante, será também a análise da contribuição específica do progresso tecnológico no desempenho energético, ou seja, na intensidade energética, das empresas do sector industrial com certificação ISO 50001. É referido na literatura disponível, que o progresso tecnológico nas energias renováveis e na conservação de energia é a chave para assegurar um fornecimento de energia seguro e sustentável a custos competitivos e que a melhoria da eficiência energética e a redução da intensidade energética no sector industrial, tem sido conseguida com um contributo decisivo da utilização das melhores tecnologias disponíveis na área da energia. Com base na literatura científica disponível sobre este tema, poder-se-ia concretizar, através de estudos de caso, a dimensão desta contribuição do progresso tecnológico.

Decorrendo diretamente da análise exaustiva realizada sobre os benefícios reportados da implementação da ISO 50001:2011, foi notado que a base geográfica dos países estudados compreendeu, quase exclusivamente, países desenvolvidos, com a honrosa exceção de Marrocos. Importaria adicionar mais países em desenvolvimento a estas análises, estudando os benefícios da implementação da ISO 50001 e identificando eventuais diferenças relativamente aos países desenvolvidos.

De modo análogo, o estudo realizado sobre as barreiras da implementação da ISO 50001:2011, está quase exclusivamente baseado nos países desenvolvidos, aqui com as honrosas exceções de Marrocos e do Sri Lanka, sendo assim relevante equacionar a pesquisa destas barreiras em mais países em desenvolvimento.

Decorrendo diretamente dos resultados deste trabalho, importa estudar de modo mais aprofundado, o aparente paradoxo entre os benefícios retirados da experiência prática de implementação de sistemas de gestão de energia, que não incluem a redução de impactes ambientais negativos decorrentes da utilização de energia, incluindo a redução da pegada de carbono ou a redução de gases de efeito de estufa e as motivações para a implementação de sistemas de gestão de energia que os referem frequentemente.

Ainda relacionado com este tema, na sequência da verificação da hipótese n.º 3, seria muito interessante, do meu ponto de vista, estudar em detalhe as razões, que estão na base da constatação da implementação da ISO 50001, não ser eficaz na redução das emissões de gases de efeito de estufa e de outros impactes ambientais relacionados com o uso da energia, suplementando e aprofundando os poucos trabalhos científicos sobre este tema já existentes.

Em função de alguns dos comentários feitos pelos peritos em sistemas de gestão de energia sobre dificuldades de implementação da norma ISO 50001:2011 em pequenas e médias empresas, seria de todo relevante, estudar as características específicas e os resultados de desempenho energético incluindo intensidade energética, da implementação da ISO 50001 em pequenas e médias empresas industriais, comparando-o com o das grandes empresas do sector industrial. Como objetivo final para este estudo, poder-se-ia considerar a definição dum conjunto de medidas ou instrumentos de política capazes de ultrapassar as eventuais dificuldades evidenciadas pelas pequenas e médias empresas industriais.

Creio também poder ser considerada para posterior investigação, a análise das causas subjacentes à diferença identificada nas respostas obtidas do grupo de peritos n.º 1 à melhoria proposta n.º 2, de modo a poder validar esta assunção e tentar identificar claramente as razões pelas quais, autores de artigos científicos, não parecem reconhecer e promover, numa maior medida que os outros grupos de peritos de sistemas de gestão de energia, a importância da maior interligação entre as partes interessadas na ISO 50001 e os centros de investigação tecnológica.

Por último, em função da grande quantidade de comentários recebidos (trezentos e quarenta e nove) por parte dos peritos, seria interessante desenvolver um conjunto de notas explicativas ou melhores práticas para introdução no anexo A (informativo) da ISO 50001:2011, que contém as linhas de orientação para a utilização da norma, clarificando e exemplificando algumas das melhorias propostas nos requisitos da norma, facilitando a conversão da norma ISO 50001:2011 num referencial útil de gestão energética para o desenvolvimento sustentável.

9 – Bibliografia e anexos

9.1 – Referências bibliográficas

- Abdelaziz, E. A., Saidur, R., & Mekhilef, S. (January de 2011). A review on energy saving strategies in industrial sector. *Renewable Sustainable Energy Review* 15, 150-168.
- Abotnes, F. E. (2015). *Master Thesis Energy Management System - Actions for agile and simple implementation*. Gjøvik: Gjøvik University College.
- AFNOR Energies. (2015). *International survey energy management practices in ISO 50001 - certified organizations*. La Plaine Saint-Denis, France: AFNOR Energies.
- Amundsen, A. (Agosto de 2000). Joint management of energy and environment. *Journal of Cleaner Production* 8, pp. 483-494.
- Anne D. Guerry, e. A. (2015). Natural capital and ecosystem services informing decisions: From promise to practice. 112. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America.
- Assembleia da República. (14 de Abril de 2014). Lei nº 19/2014. *Define as bases da política de ambiente*. Lisboa: Diário da República.
- Assembleia da República. (Junho de 2017). *Constituição da República Portuguesa*. Obtido de AR Assembleia da República.pt: <https://www.parlamento.pt/Legislacao/Paginas/ConstituicaoRepublicaPortuguesa.aspx>
- Associação Portuguesa de Energias Renováveis (APREN). (Fevereiro de 2016). *Energias Renováveis*. Obtido de APREN: <http://www.apren.pt/pt/energias-renovaveis/o-que-sao/>
- Ates, S. A., & Durakbasa, N. M. (2012). Evaluation of corporate energy management practices of energy intensive industries in Turkey. *Energy* 45, 81-91.
- Backlund, S., Thollander, P., Palm, J., & Ottosson, M. (2012). Extending the energy efficiency gap. *Energy Policy*, 392-396.
- Bonacina, F., Corsini, A., De Propris, L., Marchegiani, A., & Mori, F. (2015). Industrial Energy Management Systems in Italy: state of the art and perspective. *Energy Procedia* 82, 562-569.
- Böttcher, C., & Müller, M. (3 de Junho de 2014). Insights on the impact of energy management systems on carbon and corporate performance. An empirical analysis with data from German automotive suppliers. *Journal of Cleaner Production*, pp. 1-9.
- Brundtland, G. H. (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development "Our Common Future"*. New York: United Nations General Assembly 42nd session document A/42/427.
- Brunke, J.-C., Johansson, M., & Thollander, P. (2014). Empirical investigation of barriers and drivers to the adoption of energy conservation measures, energy management practices and energy services in the Swedish iron and steel industry. *Journal of Cleaner Production* 84, 509-525.

- Bunse, K., Vodicka, M., Schoensleben, P., Brühlhart, M., & Ernst. (2011). Integrating energy efficiency performance in production management - gap analysis between industrial needs and scientific literature. *Journal of Cleaner Production*, 667-679.
- Cambridge Econometrics - E3M Lab / Warwick Institute for Employment Research / ICF International. (2015). *Assessing the Employment and Social Impact of Energy Efficiency*. Cambridge: Cambridge Econometrics.
- Carvalho, S., Sobrinho, L., & Ramires, C. (2015). O Paradigma De Desenvolvimento Sustentável E De Sustentabilidade Na Modernidade: Utopia Ou Realidade. *Revista FSA*, v. 12, n. 1, art. 5, 61-78.
- Chai, K.-H., & Yeo, C. (2012). Overcoming energy efficiency barriers through systems approach — A conceptual framework. *Energy Policy* 46, 460-472.
- Chiaroni, D., Chiesa, M., Chiesa, V., Franzó, S., Fratini, F., & G., T. (2016). Introducing a new perspective for the economic evaluation of industrial energy efficiency technologies: An empirical analysis in Italy. *Sustainable Energy Technologies and Assessments* 15, pp. 1-10.
- Christoffersen, L. B., Larsen, A., & Togeby, M. (Maio de 2006). Empirical analysis of energy management in Danish industry. *Journal of Cleaner Production* 14, 516-526.
- Club of Rome. (Janeiro de 2016). *The Story of the Club of Rome*. Obtido em 2015 de 12, de The Club of Rome: www.clubofrome.org
- Comissão das Comunidades Europeias. (24 de Julho de 2009). Integrar o desenvolvimento sustentável nas políticas da UE: Reexame de 2009 da Estratégia da União Europeia em matéria de desenvolvimento sustentável. *COM(2009) 400 final*. Bruxelas: Comissão das Comunidades Europeias.
- Comissão Europeia. (22 de 1 de 2014). *COM(2014) 15 final. Um quadro político para o clima e a energia no período de 2020 a 2030*. Comissão Europeia.
- Costa-Campi, M., García-Quevedo, J., & Segarra, A. (2015). Energy efficiency determinants: An empirical analysis of Spanish innovative firms. *Energy Policy* 83, pp. 229-239.
- Davies, G. R. (2013). Appraising Weak and Strong Sustainability: Searching for a Middle Ground. *Consilience: The Journal of Sustainable Development*, 111-124.
- Deloitte Center for Energy Solutions. (2013). *Deloitte reSources 2013 Study - The Power Shift: Businesses Take a New Look at Energy Strategy*. Houston and Washington, D.C.: Deloitte Development LLC.
- DesJardins, J. (Janeiro de 2016). Is it time to jump off the sustainability bandwagon ? *Business Ethics Quarterly*, pp. 117-135.
- Dietz, S., & Neumayer, E. (2007). Weak and strong sustainability in the SEEA: concepts and measurement. *Ecological Economics*, 61 (4), 617-626.
- European Commission - RTD - Energy, ENER - Renewables, R&I, Energy Efficiency, JRC – Institute for Energy and Transport. (2016). *SET-Plan ACTION n°6 - DRAFT ISSUES PAPER - Continue efforts to make EU industry less energy intensive and more competitive*. Brussels: SET-Plan Secretariat.
- European Commission. (Fevereiro de 2009). *Reference Document on Best Available Techniques for Energy Efficiency*. Obtido de Reference documents under the IPPC Directive and the IED: <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/>

- European Commission a. (Junho de 2017). *Climate Action*. Obtido de 2020 climate & energy package: http://ec.europa.eu/environment/climat/climate_action.htm
- European Commission b. (Junho de 2017). *Climate Action*. Obtido de 2030 climate & energy framework: https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_en
- European Sustainable Development Network (ESDN). (Janeiro de 2016). *Basics of SD Strategies*. Obtido em 11 de 2015, de European Sustainable Development Network (ESDN): <http://www.sd-network.eu/>
- Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU). (2012). *Energy Management Systems in Practice - ISO 50001: A Guide for Companies and Organisations*. Berlim: Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU) - Division: ZG III 2.
- Forni, D. (2016). ISO 50001 in the Italian implementation of article 8. *International Conference on EnMS* (p. 10). Stockholm: ISO.
- Fortin, M.-F., Côté, J., & Filion, F. (2006). *Fundamentos e etapas do processo de investigação*. Montreal: Lusodidacta.
- Georgescu-Roegen, N. (2008). *O Decrescimento - Entropia, ecologia, economia*. Lisboa: Instituto Piaget.
- Governo de Portugal. (2014). *Acordo de Parceria para Portugal "Portugal 2020"*. Lisboa: Governo de Portugal.
- Gupta, J., & Vegelin, C. (2016). Sustainable development goals and inclusive development. *Int. Environ. Agreements* 16, 433–448.
- He, K., & Wang, L. (2017). A review of energy use and energy-efficient technologies for the iron and steel industry. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 70, pp. 1022–1039.
- Iacob, S. E., & Popescu, C. (2015). Towards a sustainable economy. *Theoretical and Applied Economics, Volume XXII, No. 3(604), Autumn*, 219-230.
- International Energy Agency / European Bank for Reconstruction and Development. (2010). *Energy Efficiency Governance: Handbook*. Paris: OECD/IEA.
- International Energy Agency. (2007). *Tracking Industrial Energy Efficiency and CO2*. Obtido de International Energy Agency: www.iea.org/publications/freepublications/publication/tracking_
- International Energy Agency. (2012). *World Energy Outlook 2012 - Executive Summary*. Paris: OECD/IEA.
- International Energy Agency. (2013). *Energy Efficiency Market Report 2013*. Paris: OECD / IEA.
- International Energy Agency. (Dezembro de 2015). *Newsroom and Events / Graphics*. Obtido de International Energy Agency: <http://www.iea.org/newsroomandevents/graphics/2014-05-26-energy-efficiency-from-hidden-fuel-to-first-fuel.html>
- International Energy Agency a. (2014). *Energy Efficiency Indicators: Essentials for Policy Making*. Paris: OCDE / IEA.
- International Energy Agency a. (2016). *Energy Efficiency Market Report 2016*. Paris: OECD / IEA.
- International Energy Agency b. (2014). *Energy Efficiency Market Report 2014*. Paris: OECD / IEA.
- International Energy Agency b. (2016). *Key World Energy Statistics*. Paris: OECD/IEA.
- International Energy Agency c. (2014). *Capturing the Multiple Benefits of Energy Efficiency*. Paris: OECD/IEA.

- International Energy Agency c. (2016). *Energy Efficiency Indicators - Highlights*. Paris: IEA/OECD.
- International Energy Agency d. (2016). *World Energy Outlook 2016 - Executive Summary*. Paris: OECD/IEA, 2016.
- International Energy Agency e. (2016). *Tracking Clean Energy Progress 2016*. Paris: International Energy Agency.
- International Organisation for Standardisation (ISO). (2015). *The ISO Survey of Management System Standard Certifications*. Geneva: International Organisation for Standardisation (ISO).
- International Organisation for Standardisation. (2004). *Environmental Management Systems - Requirements with guidance for use - ISO 14001:2004*. Genève: International Organisation for Standardisation.
- International Organisation for Standardisation. (Maio de 2012). *Sistemas de Gestão da Energia - Requisitos e linhas de orientação para a sua utilização. NP EN ISO 50001:2012*. Portugal: Instituto Português da Qualidade.
- International Organisation for Standardisation. (2015). *Sistemas de Gestão Ambiental - Requisitos e Linhas de Orientação para a sua utilização - ISO 14001:2015*. Caparica: Instituto Português da Qualidade.
- International Organisation for Standardization. (Junho de 2016). *Management system standards*. Obtido de International Organisation for Standardization: <http://www.iso.org/iso/home/standards/management-standards.htm>
- ISO - International Organization for Standardization. (2011). *Win the Energy Challenge*. Genève: ISO Central Secretariat - International Organization for Standardization.
- ISO/IEC. (2015). *ISO/IEC Directives, Part 1, Consolidated ISO Supplement - Procedures specific to ISO*. Geneva: International Organisation for Standardisation.
- Jaffe, A. B., & Stavins, R. N. (Outubro de 1994). The energy efficiency gap: what does it mean? *Energy Policy* 22, pp. 60-71.
- Javied, T., Rackow, T., & Franke, J. (2015). Implementing energy management system to increase energy efficiency in manufacturing companies. *Procedia CIRP* 26, 156-161.
- Laskurain, I. (2015). *Adopción de estándares de gestión energética e integración con estándares de gestión medioambiental*. Girona: Universitat de Girona.
- Laskurain, I., Heras-Saizarbitoria, I., & Casadesús, M. (6 de Junho de 2015). Fostering renewable energy sources by standards for environmental and energy management. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 50, pp. 1148–1156.
- Lee, K.-H. (2015). Drivers and Barriers to Energy Efficiency Management for Sustainable Development. *Sustainable Development* 23, 16-25.
- Lloyd's Register Quality Assurance (LRQA). (2011). *ISO 50001 Energy Management Standard*. London: LRQA.
- LRQA, Lloyd's Register Quality Assurance. (Julho de 2016). *LRQA News*. Obtido de LRQA: <http://www.lrq.com/news/2016/iso-50001-news-from-stockholm.aspx>
- Marconatto, D. A., Trevisan, M., Pedrozo, E. A., Saggin, K. D., & Zonin, V. J. (2013). Saindo da trincheira do desenvolvimento sustentável: Uma nova perspectiva para a análise e a decisão em sustentabilidade. *Rev. Adm. Mackenzie* V.14 n° 1, 15-43.

- McKane, A., Desai, D., Matteini, M., Meffert, W., Williams, R., & Risser, R. (2009). *Thinking Globally: How ISO 50001 – Energy Management Can Make Industrial Energy Efficiency Standard Practice*. Niagara Falls: ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Industry.
- McKane, A., Williams, R., Perry, W., & Li, T. (2007). Setting the standard for industrial energy efficiency. *Proceedings of Conference on Energy Efficiency in Motor Driven Systems (EEMODS 07)*, (pp. topic #9, paper #070).
- Ministério da Economia e da Inovação. (15 de Abril de 2008). Decreto-Lei nº 71/2008. *Sistema de gestão dos consumos intensivos de energia*. Diário da República.
- Mohamad, F., Abdullah, N. H., Kamaruddin, N. K., & Mohammad, M. (2014). Implementation of ISO50001 Energy Management System - A Case Study of a Malaysian Copper Manufacturer. *International Symposium on Technology Management and Emerging Technologies (ISTMET 2014)* (pp. 275-280). Bandung: ISTMET 2014.
- O'Callaghan, P. W., & Probert, S. D. (1977). Energy management. *Applied Energy, Volume 3, Issue 2*, 127–138.
- Osborn, D., Cutter, A., & Ullah, F. (2015). *Universal Sustainable Development Goals - Understanding the Transformational Challenge for Developed Countries*. Stakeholder Forum.
- Panvini, A., & Piantoni, E. (2014). ISO 50001 state of implementation in Europe, benefits of implementation and best practices. *Workshop Energy Audits and Energy Management Systems under Energy Efficiency Directive Article 8*, (pp. 1-32). Madrid.
- Parlamento Europeu e Conselho. (5 de Junho de 2009). Directiva 2009/28/CE. *Relativa à promoção da utilização de energia proveniente de fontes renováveis*. União Europeia.
- Parlamento Europeu e do Conselho. (25 de Outubro de 2012). Directiva 2012/27/UE. *Relativa à eficiência energética*. União Europeia.
- Platon, V., & Constantinescu, A. (2014). Sustainable development paradigm - synopsis. *The Annals of the University of Oradea, Economic Sciences 1 (XXIII)*, 116-124.
- Presidência do Conselho de Ministros e Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia. (27 de Fevereiro de 2015). Portaria n.º 57-B/2015. *Regulamento do Programa Operacional Sustentabilidade e Uso Eficiente dos Recursos*. Lisboa: Diário da República.
- Priberam. (Fevereiro de 2016). *Dicionário Priberam da Língua Portuguesa*. Obtido de <http://www.priberam.pt>
- Projecto +Sustentabilidade +Competividade da Associação Industrial do Distrito de Aveiro. (2014). *Sistema de Gestão Energética - Guia Prático*. Aveiro: AIDA.
- Rexhäuser, S., & Löschel, A. (2015). Invention in energy technologies: Comparing energy efficiency and renewable energy inventions at the firm level. *Energy Policy 83*, pp. 206–217.
- Risser, R. (2016). ISO 50001: The International Business Case. *International Conference on EnMS* (pp. 1-13). Stockholm: ISO.
- Robinson, M. (2015). *The role of sustainable energy in ending poverty and advancing climate justice*. Paris: International Energy Agency: Inaugural Big Ideas Seminar.
- Rohdin, P., & Thollander, P. (2006). Barriers to and driving forces for energy efficiency in the non-energy intensive manufacturing industry in Sweden. *Energy 31*, pp. 1836–1844.

- Sachs, J. D. (2015). Achieving the sustainable development goals. *Journal of International Business Ethics Vol.8 No.2*, 53-62.
- Samarakoon, S., & Rajini, P. (2013). Enablers and barriers of implementing ISO 50001 - Energy Management Systems (EnMS) in Sri Lankan context. *The Second World Construction Symposium 2013: Socio-economic Sustainability in Construction*, (pp. 208-2016). Colombo.
- Scheihing, P. (Setembro de 2014). Save Energy through the Superior Energy Performance Programme. *Chemical Engineering Progress*, pp. 48-51.
- Schulze, M., Nehler, H., Ottosson, M., & Thollander, P. (2016). Energy management in industry - a systematic review of previous findings and an integrative conceptual framework. *Journal of Cleaner Production*, 3692-3708.
- Sneddon, C., Howarth, R. B., & Norgaard, R. B. (2006). Sustainable development in a post-Brundtland world. *Ecological Economics* 57, 253–268.
- Steurer, R., & Hametner, M. (2013). Objectives and Indicators in Sustainable Development Strategies: Similarities and Variances across Europe. *Sustainable Development* 21, 224–241.
- Sun, M., Gao, C., Jia, C. N., & Zhang, J. (2016). The Selection and Promotion of Core Technology to China's Energy Goals. *Energy Procedia* 104, pp. 233-238.
- Sustainable Energy for All. (2015). *SE4All Global Tracking Framework 2015 Key Findings*. ESMAP, World Bank Group, International Energy Agency.
- Swedish Energy Agency. (2013). *Swedish experiences from Energy Management Systems in industry*. Eskilstuna: Swedish Energy Agency.
- Therkelsen, P., Sabouni, R., McKane, A., & Scheihing, P. (2013). Assessing the Costs and Benefits of the Superior Energy Performance Program. *2013 ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Industry*. Niagara Falls, NY: ERNEST ORLANDO LAWRENCE BERKELEY NATIONAL LABORATORY.
- Thollander, P., & Dotzauer, E. (2010). An energy efficiency program for Swedish industrial small- and medium-sized enterprises. *Journal of Cleaner Production* 18, 1339-1346.
- Thollander, P., & Ottosson, M. (2008). An energy efficient Swedish pulp and paper industry – exploring barriers to and driving forces for cost-effective energy efficiency investments. *Energy Efficiency* 1, 21-34.
- Thollander, P., & Ottosson, M. (Dezembro de 2010). Energy management practices in Swedish energy intensive industries. *Journal of Cleaner Production* 18, pp. 1125-1133.
- Thollander, P., Backlund, S., Trianni, A., & Cagno, E. (2013). Beyond barriers – A case study on driving forces for improved energy efficiency in the foundry industries in Finland, France, Germany, Italy, Poland, Spain, and Sweden. *Applied Energy*, 636-643.
- Tutterow, V. (2014). ISO 50001 - Case Studies and Lessons Learned So Far. *36th Industrial Energy Technology Conference*, (pp. 1-9). New Orleans.
- União Europeia - projecto ODYSSEE-MURE. (2015). *Energy Efficiency Trends and Policies in Industry - An Analysis Based on the ODYSSEE and MURE Databases*. Bruxelas: União Europeia.
- União Europeia. (Dezembro de 2015). *Sustainable Development*. Obtido em 12 de 2015, de EU Sustainable Development: <http://ec.europa.eu/environment/eussd>

- UNIDO - United Nations Industrial Development Organization. (2013). *Practical Guide for Implementing an Energy Management System*. Viena: UNIDO.
- UNIDO - United Nations Industrial Development Organization. (2015). *Industrial Development Report 2016 - The Role of Technology and Innovation in Inclusive and Sustainable Industrial Development*. Vienna: United Nations Industrial Development Organization.
- United Nations - Conference of the Parties. (2015). *Framework Convention on Climate Change FCCC/CP/2015/L.9/Rev.1*. Paris: United Nations.
- United Nations - Department of Economic and Social Affairs - Statistics Division. (2008). *International Standard Industrial Classification of all economic activities (ISIC), revision 4*. New York: United Nations.
- United Nations 47th General Assembly. (1992). *Report of the United Nations Conference on Environment and Development*. Rio de Janeiro: United Nations General Assembly 47th session document A/CONF/151.26.
- United Nations a. (2015). *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. New York: United Nations.
- United Nations b. (2015). *Global Sustainable Development Report 2015 Edition*. New York: United Nations.
- United Nations c. (Dezembro de 2015). *United Nations – Sustainable Development*. Obtido de United Nations: <http://www.un.org/en/sections/what-we-do/promote-sustainable-development/index.html>
- United Nations Conference on Environment and Development. (1992). *Agenda 21*. Rio de Janeiro: United Nations Conference on Environment and Development.
- United Nations d. (Dezembro de 2017). *Kyoto Protocol*. Obtido de United Nations Framework on Climate Change: http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php
- United Nations Economic and Social Council - Statistical Commission - E/CN.3/2016/2/Rev.1. (2016). *Report of the Inter-Agency and Expert Group on Sustainable Development Goal Indicators*. New York: United Nations.
- United Nations General Assembly A/68/309. (2013). *United Nations Decade of Sustainable Energy for All*. New York: United Nations.
- United Nations General Assembly A/69/323. (2014). *Sustainable development: promotion of new and renewable sources of energy*. New York: United Nations.
- Vasudevan, S., & Higgins, B. (2004). Strategic energy risk management for end users. *The Journal of Structured and Project Finance* 10 , 74-78.
- Waide, P., & Brunner, C. (2011). *Energy-efficiency policy opportunities for electric motor driven systems*. Paris: International Energy Agency.
- Weidong, F., Wei, H., Kunya, W., Huoyin, L., & Zhihao. (Maio de 2011). A Method to Establish and Run Management System for Energy. *Energy Procedia*, pp. 1584–1588.
- Winde, M., & Lane, S. (Dezembro de 2010). *Carbon Trust*. Obtido de The Business of Energy Efficiency: <https://www.carbontrust.com/resources/reports/advice/the-business-of-energy-efficiency/>
- Wulandari, M., Laskurani, I., Casadesús Fa, M., & Heras-Saizarbitoria, I. (2014). *Impact of ISO 50001 Standard*. Girona: UdG Publications.

9.2 – Lista de anexos

Anexo n.º	Conteúdo
1	Fluxogramas da metodologia de investigação
2	Estudos de caso sobre resultados da implementação da norma ISO 50001:2011
3	Inquérito aos peritos sobre melhorias na ISO 50001:2011
4	Lista de peritos consultados
5	Processo de consulta aos peritos
6	Respostas dos peritos

Tabela n.º 51 – Lista de anexos.