

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

**ANÁLISE DOS BENEFÍCIOS DECORRENTES  
DA IMPLANTAÇÃO DA ISO 50001 NA  
INDÚSTRIA BRASILEIRA**

**Trabalho de Conclusão de Curso**

Guilherme de Oliveira Vancine

São Carlos  
2015



**GUILHERME DE OLIVEIRA VANCINE**

**ANÁLISE DOS BENEFÍCIOS  
DECORRENTES DA IMPLANTAÇÃO  
DA ISO 50001 NA INDÚSTRIA  
BRASILEIRA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
à Escola de Engenharia de São Carlos, da  
Universidade de São Paulo

Curso de Engenharia Elétrica com ênfase em  
Sistemas de Energia e Automação

ORIENTADORA: Prof. Dra. Daisy Aparecida do Nascimento Rebelatto  
CO-ORIENTADOR: Bruno Dantas Yamashita

São Carlos  
2015

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO,  
POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS  
DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

V222a Vancine, Guilherme de Oliveira  
Análise dos Benefícios Decorrentes da Implantação  
da ISO 50001 na Indústria Brasileira / Guilherme de  
Oliveira Vancine; orientadora Daisy Aparecida do  
Nascimento Rebelatto; coorientador Bruno Dantas  
Yamashita. São Carlos, 2015.

Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica com  
ênfase em Sistemas de Energia e Automação) -- Escola de  
Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo,  
2015.

1. gestão energética. 2. ISO 50001. 3.  
desenvolvimento sustentável. 4. eficiência energética.  
5. redução de custos. 6. consumo energético. I. Título.

# FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome: Guilherme de Oliveira Vancine

Título: “Análise de impactos econômicos, ambientais e sociais decorrentes da implantação de um sistema de gestão energética baseado nos princípios da ISO 50001”

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado  
em 27/11/2015,

com NOTA 7,2 (Sete, dois), pela Comissão Julgadora:

*Profa. Associada Daisy Aparecida do Nascimento Rebelatto -  
(Orientadora - SEP/EESC/USP)*

*Mestre Guilherme Henrique Favaro Fuzato - (Doutorando -  
SEL/EESC/USP)*

*Mestre Paulo Nocera Alves Junior - (Doutorando - SEP/EESC/USP)*

Coordenador da CoC-Engenharia Elétrica - EESC/USP:  
Prof. Dr. José Carlos de Melo Vieira Júnior



## Resumo

A preocupação com o crescimento sustentável é crescente dentro da sociedade e as organizações estão em busca de meios que os ajudem a atender seus objetivos de redução de impactos ambientais. É nesse contexto que a *International Organization for Standardization* (ISO) criou a Norma 50001:2011 Sistemas de Gestão da Energia, que traz um conjunto de normas e procedimentos que buscam auxiliar as organizações que queiram implementar um sistema de gestão energética para otimizar seu consumo de energia. Dessa maneira, o presente trabalho tem como objetivo, através de uma revisão bibliográfica, demonstrar os resultados atingidos por empresas que implementaram um sistema baseado nos princípios da Norma em suas organizações. Além disso, o trabalho faz uma estimativa simplificada de quais seriam os impactos econômicos e ambientais gerados caso a maior parcela da indústria brasileira passe a utilizar a Norma em sua totalidade. Os resultados demonstraram que a Norma, ou sistemas de gestão baseados em seus princípios, tem atingido resultados significativamente favoráveis ao redor do mundo, com reduções acima de 20% no consumo de energia e emissão de CO<sub>2</sub>. Dessa maneira, entende-se que, caso a indústria brasileira passe a utilizar a Norma, há a possibilidade de serem gerados inúmeros benefícios para a economia e meio ambiente.

**Palavras-chave:** gestão energética, ISO 50001, desenvolvimento sustentável, eficiência energética, redução de custos, consumo energético.





## **Abstract**

The concern for sustainable growth is growing within society and organizations are looking for ways to help them meet their environmental impact reduction goals. It is in this context that the International Organization for Standardization (ISO) established the Standard 50001: 2011 Energy Management Systems, which brings a set of rules and procedures that seek to assist organizations that want to implement an energy management system to optimize their consumption energy. Thus, the present study aims, through a literature review, demonstrate the results achieved by companies that have implemented a system based on the principles of the Standard in their organizations. In addition, the study brings a simplified estimation of what would be the economic and environmental impacts if the greater part of the Brazilian industry starts using the standard in its entirety. The results showed that the Standard or management systems based on its principles, has achieved significantly positive results around the world, with reductions up to 20% in energy consumption and CO<sub>2</sub> emissions. Thus, it is understood that if the Brazilian industry starts using the standard, there is a possibility of numerous benefits being generated for the economy and the environment.

**Keywords:** energy management, ISO 50001, sustainable development, energy efficiency, cost reduction, energy consumption.



## Lista de Figuras

Figura 1- Objetivos da adoção de um SGE baseado na Norma (KARCHER E JOCHEM, 2015) ...	18
Figura 2 - Modelo de Sistema de Gestão da Energia (ABNT, 2011).....	22
Figura 3 - Representação conceitual de desempenho energético (ABNT,2011).....	23
Figura 4 - Diagrama conceitual de processo de planejamento energético (ABNT, 2011) .....	25
Figura 5 - Ferramentas para atingir a implantação de um SGE (FIELDLER E MIRCEA,2012) .....	27
Figura 6 - Evolução do consumo de energia no mundo, em ktep (IEA, 2015b).....	29
Figura 7 - Consumo de energia por tipo de produto, em bilhões de tep (IEA, 2015b). Elaborado pelo autor.....	30
Figura 8 - Matriz energética brasileira por fonte (EPE, 2014a) .....	33
Figura 9 - Desempenho energético Toyota SA (WESSELS, 2011).....	38
Figura 10 - Redução sustentável de custos através de implantação de um SEG (FIELDLER E MIRCEA, 2012).....	40



## **Lista de Tabelas**

Tabela 1 - Emissões de CO <sub>2</sub> e por setor da economia (SEEG, 2015). Adaptado pelo autor .....	31
Tabela 2 - Consumo de energia da indústria brasileira por fonte (EPE, 2015). Adaptado pelo autor .....	32
Tabela 3 - Resultados das iniciativas adotadas pela Toyota (WESSELS, 2011). Adaptado pelo autor .....	38
Tabela 4 - Resumo dos resultados atingidos por autor (Elaborado pelo autor).....	41



## Sumário

1. Introdução .....	17
2. Revisão Bibliográfica.....	21
2.1 ABNT NBR ISO 50001:2011 Sistemas de Gestão da Energia .....	21
2.2 Consumo de Energia e Emissões de CO <sub>2</sub> no Mundo .....	28
2.3 Indústria Brasileira .....	31
3. Método .....	35
4. Resultados .....	37
5. Conclusões .....	43
6. Referências Bibliográficas .....	45





## 1. Introdução

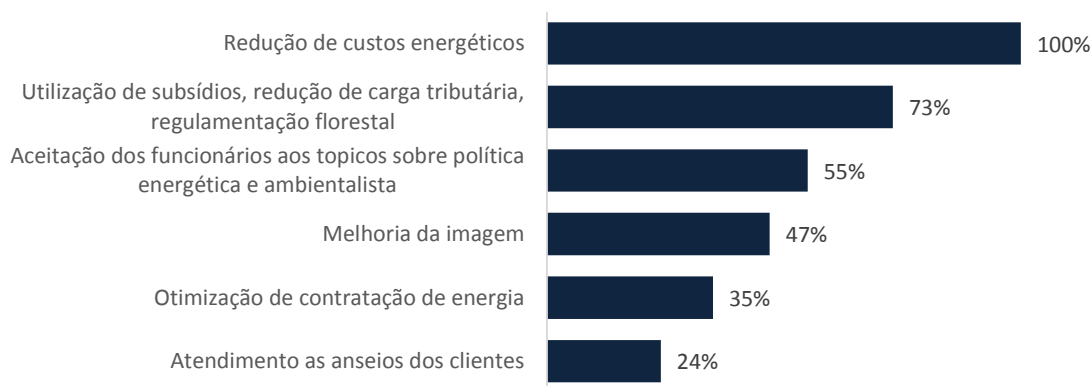
Para atingir suas necessidades de produção e suas metas de negócio, as indústrias contam com sistemas cada vez mais complexos de máquinas e equipamentos em uma constante interface com o ser humano. Uma gestão eficiente e sustentável destes recursos requer uma abordagem de processos e procedimentos que integrem a gestão da energia dentro dos objetivos da empresa. A Normatização de padrões de gestão da energia visa fornecer modelos e ferramentas que auxiliem as empresas a encontrar uma forma de manter o foco nos objetivos traçados – no curto prazo – e na identificação de novas oportunidades que possam se apresentar – no médio e longo prazo (MCKANE ET AL, 2009).

Diferentes fatores podem impulsionar as organizações a buscarem aumentar sua eficiência energética. Por exemplo, os objetivos de proteção do clima europeu visam uma redução de 30% em suas emissões de CO<sub>2</sub> até 2020. Entretanto, sabe-se que o objetivo não pode ser atingido apenas com a substituição do uso de combustíveis fósseis por fontes renováveis. Desta forma, a eficiência energética tem se tornado um tópico central em toda a Europa. Além disso, os preços da energia elétrica, petróleo e gás natural têm crescido ao longo dos anos (FIELDLER E MIRCEA, 2012).

As organizações, historicamente, sempre tiveram um papel reativo quanto às questões ambientais. Elas se limitavam a medidas necessárias para impedir sua paralização ou o recebimento de multas, devido a não conformidade com os requisitos legais, que eram vistos como um incremento de custos de produção. No entanto, este pensamento começou a mudar devido, em grande parte, a ocorrência de alguns desastres ambientais, tais como: o incidente de Allied Chemical Corporation, em Hopewell, Virgínia, EUA, em 1975; a explosão química da Hoffman – La Roche, em Seveso, Itália, em 1976; o vazamento de gases tóxicos numa fábrica de pesticida da Union Carbide em Bhopal Índia, em 1984; a explosão do reator nuclear em Chernobyl, na então União Soviética, em 1986; o vazamento de petróleo do navio Exxon Valdez e do Love Canal, no estado de Nova Iorque, ambos em 1990; entre outros. Essas empresas foram obrigadas a arcar com gastos elevados em indenizações, recuperação dos danos causados e ações de mitigação e controle dos danos. Também houve prejuízo para a imagem de empresas causadoras de danos ambientais. Com esse cenário, as organizações

passaram a tomar ações voluntárias para mitigar seus riscos de impacto ambiental sem reduzir sua competitividade (BARATA, 2007).

Mesmo assim, o principal motivador para uma empresa buscar a implementação de um Sistema de Gestão Energética (SGE) certificado em suas organizações ainda é a redução de custos. É o que mostra Karcher e Jochem (2015), que conduziram uma pesquisa com 121 empresas certificadas na Alemanha, onde 100% delas apontaram a redução de custos com energia como sendo o principal motivo para terem buscado a certificação. Outros motivadores também foram apontados, como: uso de subsídios, regulamentações governamentais, melhoria da imagem, etc. Todos esses motivadores podem ser vistos na figura 1.



**Figura 1- Objetivos da adoção de um SGE baseado na Norma (KARCHER E JOCHEM, 2015)**

Esse é o desafio que a que Norma ISO 50001:2011: Sistemas de Gestão Energética (ABNT, 2011) deve enfrentar também no Brasil. Ajudar o empresariado nacional a atingir suas necessidades quanto à melhora de sua competitividade. Além disso, a Norma pode ser uma grande aliada do Governo em atingir suas previsões de redução de consumo de energia elétrica, apresentada em seu Plano Nacional de Energia (EPE, 2014b), que é de 15% até 2050. Sendo que para indústria a meta é de 14%.

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a capacidade da Norma em atingir reduções significativas no consumo energético industrial. Além disso, busca-se mensurar, por meta-análise, quais seriam os benefícios econômicos e ambientais para o país provenientes de uma adoção maciça da Norma pela indústria nacional, principalmente no que diz respeito à

eletricidade, bem como estimar a capacidade de auxiliar o país a atingir seus objetivos energéticos e ambientais



## 2. Revisão Bibliográfica

### 2.1 ABNT NBR ISO 50001:2011 Sistemas de Gestão da Energia

No Brasil a Norma foi publicada em 2011 pela Agência Brasileira de Normas Técnicas, a ABNT NBR ISO 50001:2011. O documento foca no Sistema de Gestão Energética (SGE) e nos requisitos básicos para se obter uma certificação. A Norma se baseia na estrutura de melhoria contínua PDCA (*Plan-Do-Check-Act*, em inglês) que significa Planejar-Fazer-Verificar-Agir (ABNT, 2011).

O método foca na resolução de problemas fornecendo um passo a passo para o alcance de metas e serve como base para todos os processos de gestão de uma organização. Ele é descrito pela própria Norma (ABNT, 2011), no contexto da gestão da energia, da seguinte forma:

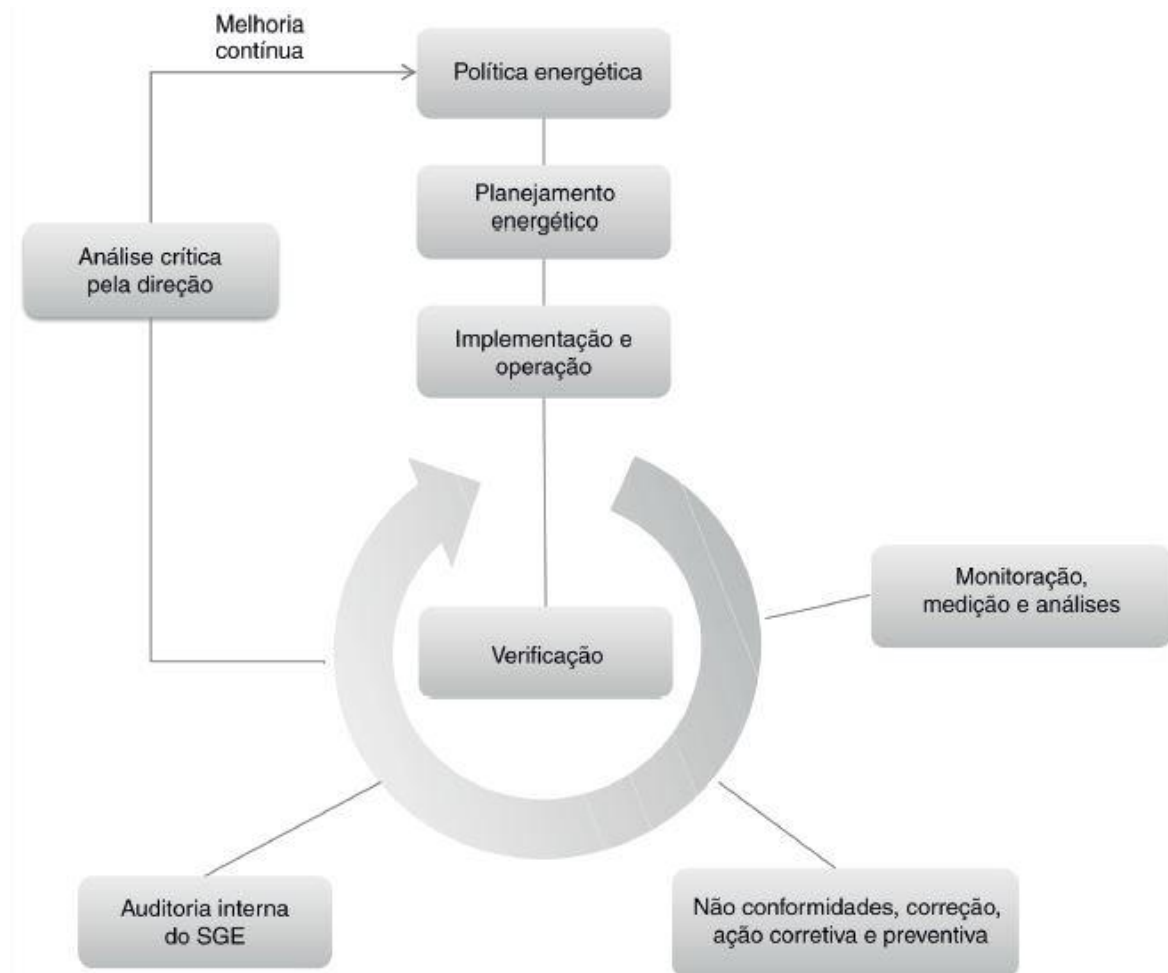
*Plan* (Planejar): executar a revisão energética e estabelecer a linha de base, indicadores de desempenho energético (IDEs), objetivos, metas e planos de ação necessários para obter resultados que levarão à melhoria de desempenho energético em conformidade com a política energética da organização.

*Do* (Fazer): implementar os planos de ação da gestão da energia.

*Check* (Verificar): monitorar e medir processos e características principais de operações que determinam o desempenho energético em relação à política e objetivos energéticos, e divulgar os resultados.

*Act* (Agir): tomar ações para melhorar continuamente o desempenho energético e o SGE.

A figura 2 representa graficamente como um SGE deve ser implantado na prática, seguindo os conceitos do método PDCA.



**Figura 2 - Modelo de Sistema de Gestão da Energia (ABNT, 2011)**

A Norma tem como objetivo guiar as organizações para o consumo mais eficiente de suas fontes de energia, melhorando seu desempenho energético, reduzindo suas emissões de gases do efeito estufa e outros impactos ambientais decorrentes de suas atividades. Além disso, auxilia os gestores na elaboração de suas políticas energéticas, que consistem em metas e objetivos, além de planos de ação bem definidos (ABNT, 2011).

A Norma, no entanto, não estabelece requisitos pré-definidos para o desempenho energético, sendo estes, produtos de suas próprias políticas energéticas e requisitos legais vigentes. Empresas certificadas podem assim, atingir resultados totalmente distintos.

Isso é reflexo não só dos diferentes propósitos e atividades-fim de cada organização, mas também, da flexibilidade da Norma. A direção de cada organização é responsável por determinar o

ritmo, extensão e cronograma dos processos de melhoria. E é ela quem deve definir o escopo e fronteiras do SGE, de acordo com suas expectativas e objetivos, dentro da estratégia da organização.

O desempenho energético é um conceito que engloba o uso e consumo da energia e a eficiência energética. Há inúmeras formas de melhorar o desempenho energético, seja através de melhorias em sistemas, processos e equipamentos, redução da demanda de pico, utilização de excedente de energia, etc. (ABNT, 2011).

A figura 3 traz uma representação ilustrativa do conceito de desempenho energético



**Figura 3 - Representação conceitual de desempenho energético (ABNT,2011)**

As seções abaixo trazem um breve resumo das etapas e requisitos que a Norma apresenta para a obtenção de um SGE eficiente e digno de certificação, de acordo com o ciclo PDCA descrito acima.

#### A. Planejamento Energético

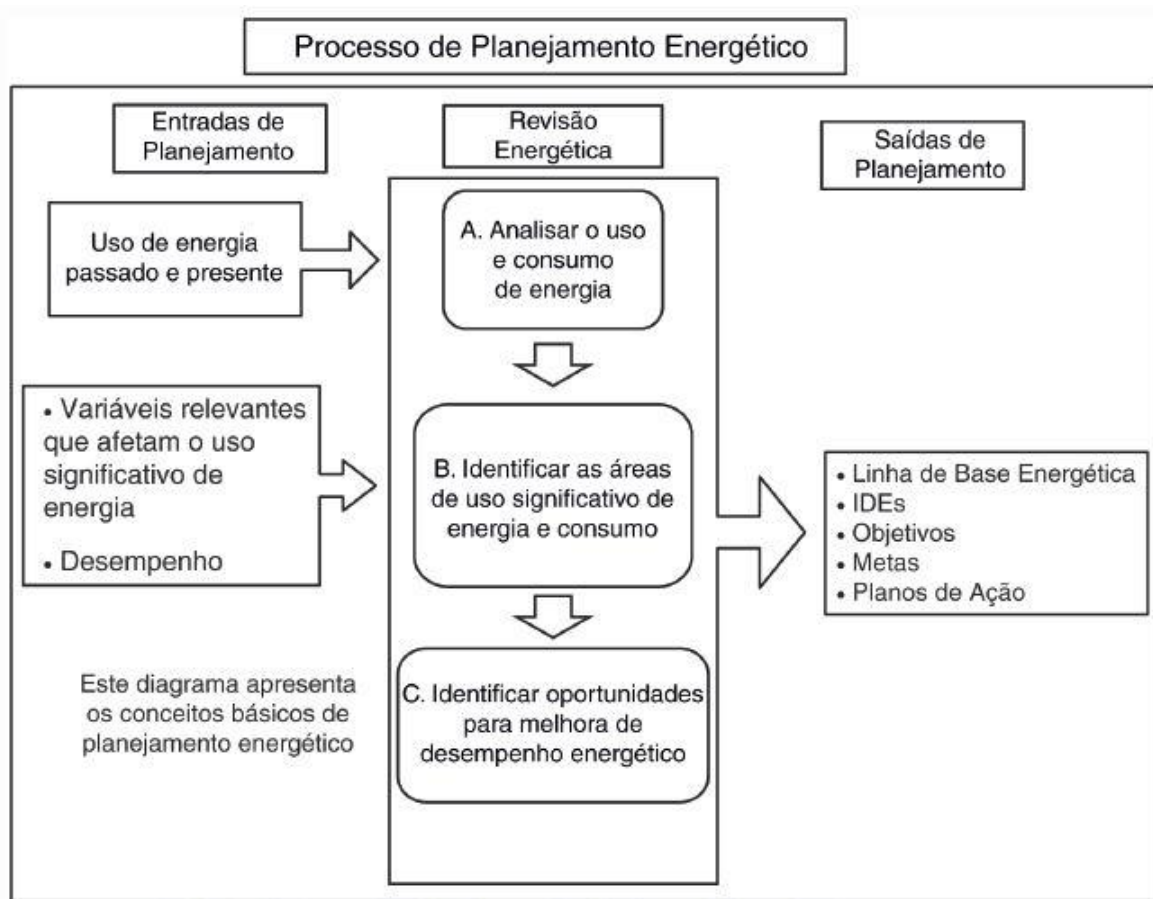
O Planejamento Estratégico é a primeira etapa do processo de elaboração de um SGE. É através dele que são definidas as responsabilidades, escopo, políticas e objetivos. A alta gestão da organização e/ou seu representante deve municiar a Equipe de Gestão da Energia com a Política Energética e os recursos necessários para que ela possa ser seguida.

Este processo consiste em, através da análise do uso e consumo de energia passado e atual, identificar os principais focos de consumo e as oportunidades para melhoria do desempenho energético. Os resultados desse processo devem ser:

- a) Linha de Base Energética: Quais são os níveis atuais e futuros (projeções) de consumo das áreas com oportunidades de melhoria, para comparação com os resultados obtidos após as alterações;
- b) Indicadores de Desempenho Energético (IDEs): são os índices que serão monitorados para a medição dos resultados e reporte à direção e devem estar alinhados à estratégia da organização.
- c) Objetivos metas e planos de ação: os planos de ação devem ser definidos visando o atingimento das metas estabelecidas, que por sua vez devem buscar atender aos objetivos traçados pelo Planejamento Energético. Esses planos de ação devem atribuir responsabilidades, meios e cronogramas para o alcance de resultados, método de apuração e declaração do método.

A figura 4 mostra de forma conceitual um diagrama do processo de planejamento energético.





**Figura 4 - Diagrama conceitual de processo de planejamento energético (ABNT, 2011)**

#### B. Implementação e operação

É obrigação da organização fornecer às pessoas que irão participar do processo e gestão do SGE a capacitação necessária para que elas possam: exercer suas funções, compreender a importância da conformidade com a política energética, estarem cientes dos benefícios de desempenho energético e do impacto, real e potencial, de suas atividades no que tange o atingimento dos objetivos e metas energéticas estabelecidas.

A comunicação de sua política e desempenho energético deve ser feita em todos os níveis da organização, de modo a permitir que qualquer pessoa trabalhando para ela, ou em seu nome, possa fazer comentários e sugestões de melhoria para o SGE.

Uma documentação atualizada, que garanta o pleno conhecimento sobre o escopo e fronteiras do SGE, a política energética, seus objetivos metas e planos de ação, deve ser colocada à disposição de toda a organização.

Todas as atividades de operação e manutenção, que implicam no uso significativo da energia, devem ser identificadas e planejadas para estejam consistentes com a política energética, objetivos, metas e planos de ação.

Todo novo projeto, mudança, ou aquisição de serviços de energia, produtos ou equipamentos que possam gerar impacto significativo no desempenho energético da organização, deve ser avaliado conforme critérios pré-estabelecidos de consumo de energia e eficiência energética para que estejam em consonância com o planejamento energético.

#### C. Verificação

A organização deve garantir o correto monitoramento dos resultados atingidos, através da análise dos IDEs a fim de constatar a efetividade dos planos de ação e avaliar o consumo energético real *versus* o esperado. Possíveis desvios significativos do desempenho energético devem ser investigados e respondidos. A conformidade com os requisitos legais também deve ser periodicamente monitorada para evitar quaisquer irregularidades.

Para garantir a conformidade do SGE com a Norma, a política energética e suas metas e objetivos, a organização deve conduzir, periodicamente, auditorias internas com objetividade e imparcialidade. Todas as não conformidades encontradas devem ser corrigidas, através de identificação de causas-raiz, promovendo um plano de correção e prevenção para garantir que elas não ocorram novamente.

#### D. Análise crítica pela direção

A direção deve, em intervalos planejados, realizar uma análise crítica do SGE para assegurar sua continuada pertinência, adequação e efetividade.

A análise crítica deve abranger a política energética, o desempenho energético e seus respectivos IDEs, as conformidades com os requisitos legais, o grau de cumprimento das metas e

objetivos, os resultados das auditorias, ações corretivas e preventivas executadas, as projeções de desempenho para o próximo período e as recomendações de melhoria.

Alterações no desempenho energético, na política energética, nos IDEs, objetivos e metas e, na alocação de recursos são possíveis desfechos deste processo final do ciclo PDCA.

A Norma por si só, todavia, não pode garantir o sucesso do SGE. Inúmeros fatores podem impactar negativamente. Assim, é de grande valia utilizar-se de algumas ferramentas que possam mitigar esses fatores. A figura 5 mostra a consultoria (*consulting*), gestão (*management*), *software* e instrumentação (*hardware*) contribuindo para um SGE sustentável (FIELDLER E MIRCEA, 2012).



**Figura 5 - Ferramentas para atingir a implantação de um SGE (FIELDLER E MIRCEA,2012)**

Com exceção da gestão, cujo engajamento e empenho é peça chave no sucesso de uma mudança tão radical na cultura de qualquer organização, todos os outros são componentes externos e estão descritos a seguir.

### A. Consultoria

A experiência de uma consultoria certificada pode ser muito útil no planejamento e implantação de um SGE. Seu conhecimento ajuda a evitar erros básicos e a preparar a documentação necessária para uma auditoria de certificação.

### B. Instrumentação

Dependendo do tamanho e complexidade da organização, ela pode exigir técnicas e instrumentos mais sofisticado de medição, a fim de propiciar dados mais precisos e relevantes para municiar a equipe de gestão da energia.

### C. Software

Um sistema computacional robusto pode ser uma importante ferramenta para monitorar o consumo atual e futuro da organização. Ele possui representações gráficas e modelos matemáticos que podem facilitar e muito as análises e monitoramento do SGE.

## 2.2 Consumo de Energia e Emissões de CO<sub>2</sub> no Mundo

É de conhecimento geral que a energia tem um papel fundamental para o desenvolvimento econômico e social e auxilia na melhoria da qualidade de vida das pessoas. Com o crescimento econômico e populacional exponencial, a demanda por energia também vem aumentando rapidamente, o que deve se repetir nos próximos anos.

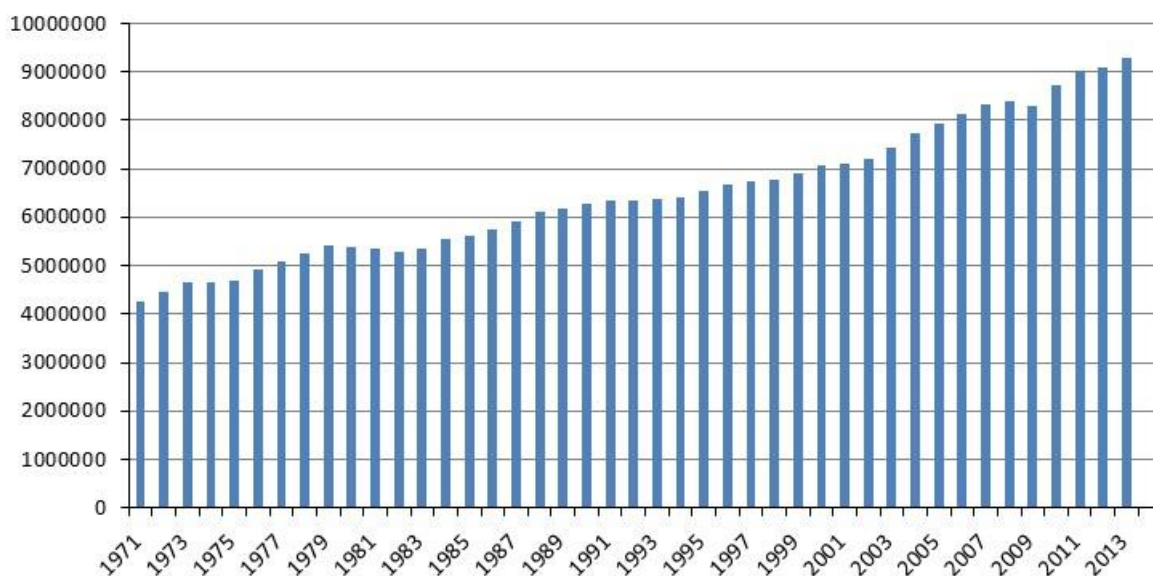
Os recursos energéticos podem ser classificados em nuclear, combustíveis fósseis e fontes renováveis. Os combustíveis fósseis representam hoje a principal fonte de energia utilizada no mundo, e estão no centro das discussões atuais sobre redução de emissões de CO<sub>2</sub>. Já as fontes renováveis representam atualmente, apenas 18% de toda a energia produzida no mundo (BILGILI ET AL, 2015).

Dados da *International Energy Agency* (IEA, 2015a), mostram que as emissões de CO<sub>2</sub> relacionadas ao setor de energia, o qual é responsável por quase dois terços dos GEE gerados pela atividade humana, cresceram 2,2% em 2013, atingindo um total de  $32,2 \times 10^9$  toneladas, na

comparação com o ano anterior, que teve um crescimento de 0,6%. Os dois anos se mantiveram abaixo da média de crescimento de 2,5% desde 2010.

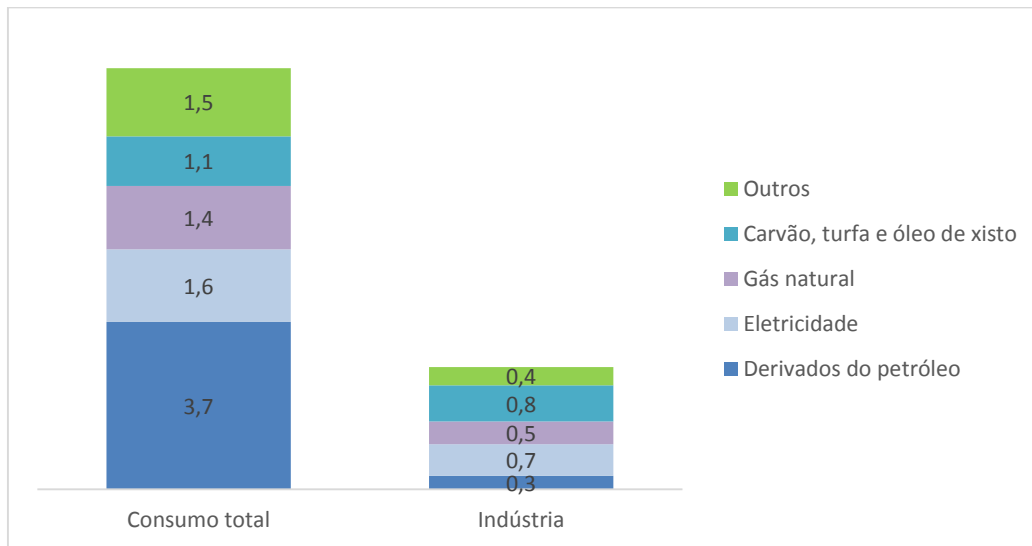
Este crescimento se deve, primordialmente, ao aumento de 4% nas emissões das economias emergentes, enquanto que os países desenvolvidos não apresentaram crescimento. Apenas Estados Unidos e China são responsáveis por  $14,1 \times 10^9$  toneladas de CO<sub>2</sub>. No entanto, dadas as características de crescimento dos dois países ao longo dos últimos anos, os níveis de emissão per capita nos EUA reduziram 16% desde 1990, enquanto a China triplicou o seu índice (IEA, 2015a).

A figura 6 mostra a evolução do consumo de energia no mundo a partir de 1971.



**Figura 6 - Evolução do consumo de energia no mundo, em ktep (IEA, 2015b).**

Pode-se observar que o consumo mundial de energia atingiu a marca de 9,3 bilhões de toneladas equivalente de petróleo (tep), em 2013, onde cerca de 1,6 bilhões de tep são consumidos na forma de energia elétrica, o que representa 17,2% do total – a segunda maior, atrás dos derivados de petróleo responsáveis por 39,8%. O setor industrial, por sua vez, é responsável pelo consumo de 2,7 bilhões de tep, onde 31,1% são carvão, turfa e óleo de xisto, e 26,3% são energia elétrica, conforme pode-se observar na figura 7 (IEA, 2015b).



**Figura 7 - Consumo de energia por tipo de produto, em bilhões de tep (IEA, 2015b). Elaborado pelo autor.**

Esforços com o intuito de diminuir os impactos ambientais e combater as mudanças climáticas vem sendo feitos por diversas nações pelo mundo. É o que podemos observar com o Acordo de Copenhague e os Acordos de Cancun, onde se chegou a um consenso político de limitar a elevação média de temperatura à no máximo 2 °C acima dos níveis pré-industriais (BILGILI ET AL, 2015).

O Acordo de Copenhague, assinado em 2009 por países como Brasil, Estados Unidos, China e Índia, prevê uma maior transparência nas metas de redução de emissões. Além disso, ele promete um investimento de US\$ 100 bilhões dos países ricos para ajudar no combate às emissões e ao desmatamento em países em desenvolvimento (BBC, 2009).

Os Acordos de Cancun (2010), por sua vez, representam continuidade e avanço em relação à Copenhague, mas ainda não representou um tratado global sobre a mudança climática. Os Acordos representaram mais um passo político no estabelecimento de metas voluntárias de redução de emissões, evitaram um colapso do Protocolo de Quito com a possível saída de países como Japão e Rússia. Novos encontros entre líderes mundiais têm acontecido e estão previstos para acontecer nos próximos anos, o que salienta o compromisso e a urgência com as questões ambientais no mundo (ABRANCHES, 2010).

## 2.3 Indústria Brasileira

Mesmo representando apenas 21,1% (R\$ 1.021,3 milhões) do PIB nacional em 2013, segundo o IBGE (PORTAL BRASIL, 2014), a indústria é responsável por quase 40% do consumo de energia elétrica produzida no país. Além disso, ela também é responsável pela emissão direta, através da queima de combustíveis fósseis, por cerca de 16% das emissões de CO<sub>2</sub>-equivalente (CO<sub>2</sub>e) do país. A tabela 1 mostra a participação, em t CO<sub>2</sub>e, dos diferentes setores da economia, segundo o Sistema de Estimativa de Emissões de Gases do Efeito Estufa (SEEG, 2015).

**Tabela 1 - Emissões de CO<sub>2</sub>e por setor da economia (SEEG, 2015). Adaptado pelo autor**

Setores	2013
Transportes	212.230.761
Industrial	75.053.985
Geração de Eletricidade	66.518.540
Produção de Combustíveis	51.012.672
Residencial	23.599.853
Agropecuário	18.326.959
Comercial	1.697.149
Público	838.209
<b>Total Geral</b>	<b>473.265.688</b>

A indústria brasileira consome anualmente cerca de 88 milhões de toneladas equivalentes de petróleo (tep), segundo dados do Balanço Energético Nacional (BEN), elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2015). Deste montante, 20% são de energia elétrica, 18% de bagaço de cana, 11% gás natural e as outras fontes podem ser observadas na tabela 2.

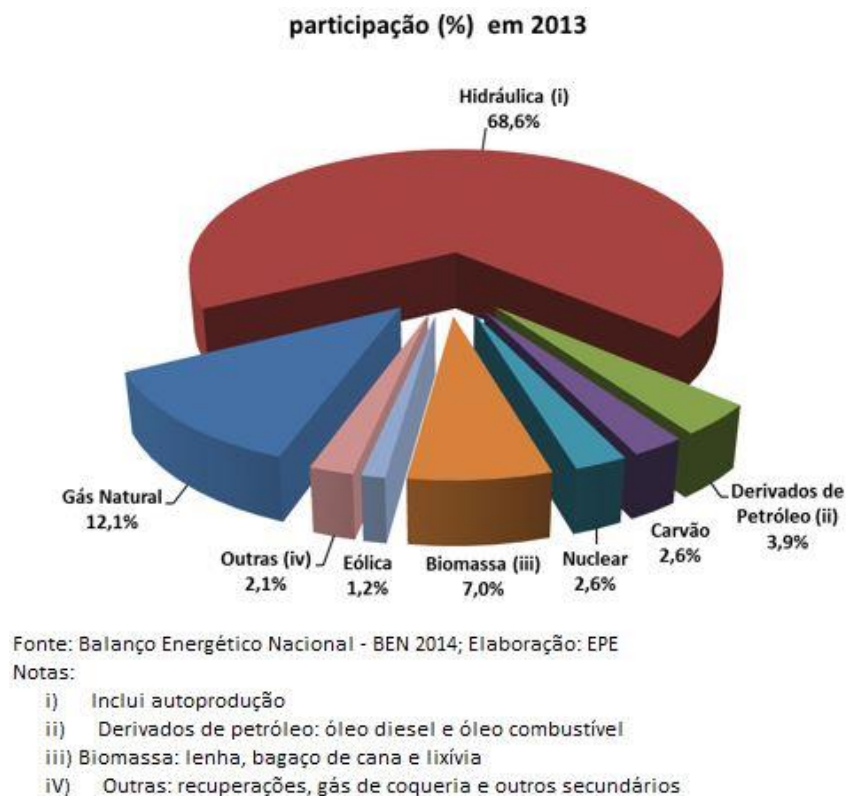
**Tabela 2 - Consumo de energia da indústria brasileira por fonte (EPE, 2015). Adaptado pelo autor**

Fontes	2013
Gás Natural	11,0%
Carvão Mineral	4,1%
Lenha	8,7%
Bagaço de Cana	19,5%
Outra Renováveis	6,8%
Outras Não Renováveis	0,4%
Óleo Combustível	3,0%
Gás de Coqueria	1,4%
Coque de Carvão Mineral	8,8%
Eleticidade	20,5%
Carvão Vegetal	4,1%
Outras	11,6%
<b>Total</b>	<b>100,0%</b>

Sendo a principal fonte de energia utilizada, a eletricidade carece de um olhar mais aprofundado para entendermos melhor as variáveis que influenciam nas características de consumo deste setor da economia.

A matriz energética brasileira, graças às características energéticas do país, tem uma grande parcela de energia renovável em sua composição. Principal fonte de geração de energia, a hidroeletricidade corresponde a 68,6% da nossa matriz, seguida pelo gás natural com 12,1%. É o que mostra o Anuário Estatístico de Energia Elétrica elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética do Ministério de Minas e Energia (EPE, 2014a). A Figura 8 mostra com mais clareza a contribuição de cada uma das fontes.





**Figura 8 - Matriz energética brasileira por fonte (EPE, 2014a)**

Em 2013, o consumo total do país atingiu a casa de 463 milhões de MWh, sendo a indústria responsável por 39,8% deste total, ou 184,6 milhões de MWh. Aplicando-se o fator de emissão de CO<sub>2</sub> médio da matriz energética nacional, calculado pelo Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCT), que é de 0,1533 tCO<sub>2</sub>/MWh, isso equivale a mais de 28,3 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> lançadas na atmosfera, somente pela indústria nacional.

Somando-se aos 75,1 milhões tCO<sub>2</sub> emitidos diretamente pela indústria, conforme visto anteriormente, isso totaliza 83,4 milhões tCO<sub>2</sub>.

Além disso, considerando que o custo médio da energia elétrica para indústria atingiu, em 2013, R\$ 292,12 por MWh, segundo dados divulgados pelo Sistema FIRJAN (Federação das Indústrias do Rio de Janeiro) (FIRJAN, 2013), o gasto total da indústria somente com o consumo de energia elétrica foi de 54 bilhões de reais.

A indústria brasileira representa, portanto, um enorme potencial para utilização dos princípios da Norma, podendo aumentar sua eficiência e competitividade no mercado interno e externo. Além disso, uma extensiva adoção de SGEs por parte de nossa indústria poderia significar um alívio expressivo à nossa já saturada matriz energética. O uso cada vez maior de energia não-renovável para suprir a demanda em momentos de pico de consumo, como é o caso das usinas termelétricas, poderia ser reduzido, trazendo benefícios como redução das emissões de gases do efeito estufa, redução das tarifas de energia, diminuição dos gastos públicos em subsídios para o setor energético, entre outros.

### 3. Método

Nesse capítulo serão apresentados os passos percorridos na elaboração do trabalho, e sua devida contextualização, mostrando as delimitações espacial e temporal do escopo.

O objeto de estudo do presente trabalho foi o setor industrial. A escolha desse grupo focal se deu devido primordialmente a dois fatores: é o setor da economia com maior grau de consumo de consumo de energia e emissão de CO<sub>2</sub>; e também é o grupo com maior interesse na gestão energética, tendo o maior número de trabalhos publicados como objeto de estudo. Essa limitação espacial é importante para restringir a área de investigação e facilitar a coleta de informações e todo o trabalho de investigação (SANTANA, 2012).

A Norma em estudo foi publicada em 2011, mas as discussões em torno dos SGEs são mais antigas e se intensificaram a partir de 2009, com a publicação da norma europeia EN 16001. Desta forma, o presente trabalho contemplou o período de 2009, inclusive, até 2015, também incluso.

Dadas as limitações espaciais e temporais descritas acima, foi realizada a revisão bibliográfica que constitui-se na análise meticulosa e ampla das publicações correntes em uma determinada área do conhecimento. Ela tem como objetivo verificar se existem publicações a respeito do assunto a ser estudado, conhecer a forma como este assunto foi abordado anteriormente, e saber quais são as variáveis do problema em questão. Assim, os principais acervos de pesquisa científica foram acessados e utilizados como principal fonte de pesquisa, no que diz respeito a trabalhos e artigos publicados sobre a Norma.

Utilizando-se a palavra-chave ‘ISO 50001’ os acervos pesquisados forneceram os seguintes resultados:

- Scopus ([www.scopus.com](http://www.scopus.com)): 93 documentos.
- Web of Science ([www.webofknowledge.com](http://www.webofknowledge.com)): 42 documentos.
- SciELO ([www.scielo.org](http://www.scielo.org)): 4 documentos.

Para se ter uma base de comparação, utilizando a palavra-chave ‘ISO 9001’ no sistema Scopus, são encontrados 2.343 documentos. Isso vem comprovar o quanto essa Norma ainda pode ser estudada e explorada.

Os documentos encontrados possuem enfoques diversificados, tais como: estudos de caso, elaboração de modelo de maturidade, desenvolvimento de *softwares*, manual de implantação, etc. Os 10 documentos selecionados como objeto de estudo deste trabalho foram estudos de caso que trazem resultados quantitativos da aplicação da Norma no setor industrial.

Os dados sobre a indústria brasileira foram encontrados através de pesquisas realizadas em *websites* oficiais do Governo Federal como, por exemplo, IBGE, ministérios, etc. Além de pesquisa no Google ([www.google.com.br](http://www.google.com.br)) sobre temas relacionados ao consumo de energia na indústria e no mundo.

## 4. Resultados

Embora seja uma Norma nova, tendo em vista que a ISO 9000 teve sua primeira publicação em 1987, a existência de SGEs é bem mais antiga do que isso. Muitos países desenvolvidos, como Dinamarca, Suécia, Irlanda, Coreia, Espanha e Estados Unidos já possuem padrões nacionais de gestão energética há alguns anos. O Japão, por exemplo, possui um requerimento legal para que as indústrias com alto consumo de energia possuam um gerente de energia e um plano de gestão energética desde 1979 (MCKANE ET AL, 2009).

Além disso, em 2009 o Comitê Europeu de Normalização (CEN), em conjunto com o Comitê Europeu de Normalização Eletrotécnica (CENELEC) já haviam lançado a Norma EN 16001:2009 Sistema de Gestão da Energia, válida somente na Europa. Mas que, com o advento da ISO 50001, caducou devido à maior abrangência da Norma Internacional (DUGLIO, 2011).

Nesses países, alguns resultados expressivos já vêm sendo atingidos por empresas que voluntariamente optaram por adotar um SGE. É o que mostra McKane et al (2009), através dos seguintes exemplos:

- a) A Dow Chemical atingiu uma redução de 22% (US\$ 4 bilhões) entre 1994 e 2005, prevendo outros 25% até 2015.
- b) A United Technologies Corporation reduziu suas emissões de GEE em 46% para cada dólar gerado de receita.
- c) A Toyota norte-americana conseguiu uma redução de 23% no uso de energia por veículo fabricado de 2002 a 2009.
- d) A fabricante de tapetes InterfaceFLOR reduziu seu uso de energia em 35% através de um programa contínuo de melhoria de eficiência energética.

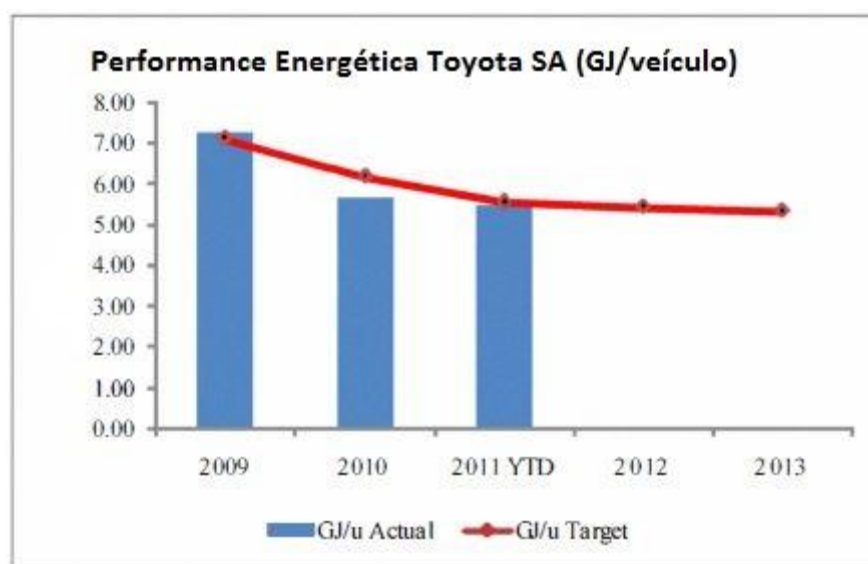
O caso da Toyota fica mais evidente através do estudo de Wessels (2011). Ele traz o exemplo de sucesso de implantação de SGE na planta de Durban, na África do Sul. Vários projetos foram desenvolvidos e implantados durante os 2 primeiros anos e serviram como objeto de estudo. Reduções no consumo de energia foram atingidas com melhoria de eficiência na iluminação, principalmente devido à maior utilização de luz natural; automatização do sistema de ventilação, com o desligamento automático durante os períodos não produtivos; readequação do sistema de resfriamento de tubulações, apenas ajustando os fluxos necessários em cada tubulação; entre outros.

Para todos os projetos foram mapeados os impactos efetivos no consumo de energia elétrica, emissão de CO<sub>2</sub>, custos e tempo de retorno do investimento. Os resultados atingidos em cada uma dessas iniciativas podem ser vistos na tabela 3.

**Tabela 3 - Resultados das iniciativas adotadas pela Toyota (WESSELS, 2011). Adaptado pelo autor**

	Unidade de medida	Iniciativa 1	Iniciativa 2	Iniciativa 3	Iniciativa 4	Iniciativa 5	Total
<b>Custo do investimento</b>	Rand	38.000	-	67.000	222.000	590.000	917.000
<b>Economia de energia</b>	kWh/ano	3.225.000	774.000	105.254	231.273	1.212.000	5.547.527
<b>Redução de CO<sub>2</sub></b>	kg CO <sub>2</sub> /ano	308.955	741.492	100.829	221.560	1.160.329	2.533.165
<b>Redução de custos</b>	R/ano	1.677.000	402.000	54.732	120.264	630.240	2.884.236

Como mencionado no estudo, essas foram apenas algumas iniciativas que foram finalizadas com sucesso pela Toyota. Outros projetos continuaram sendo desenvolvidos, gerando um ciclo virtuoso de melhoria contínua e uma redução de mais de 20% no seu principal IDE, GJ/veículo, como mostra a figura 9.



**Figura 9 - Desempenho energético Toyota SA (WESSELS, 2011)**

Resultados semelhantes foram atingidos por outras participantes do setor industrial automobilístico. A fabricante de automóveis sérvia Zastava atingiu uma redução no seu consumo total de energia por veículo fabricado de 25% de 2005 a 2008, sendo o principal ganho, na redução do consumo para aquecimento, 38%. Além disso, eles conseguiram diminuir o consumo médio de água

em 44% - de 51,52 m<sup>3</sup>/veículo para 28,95 m<sup>3</sup>/veículo. Toda essa redução representou uma diminuição na emissão de GEE, onde estima-se que quase 52 mil tCO<sub>2</sub>e/ano foram evitadas de serem lançadas no meio ambiente (GORDIC ET AL, 2010).

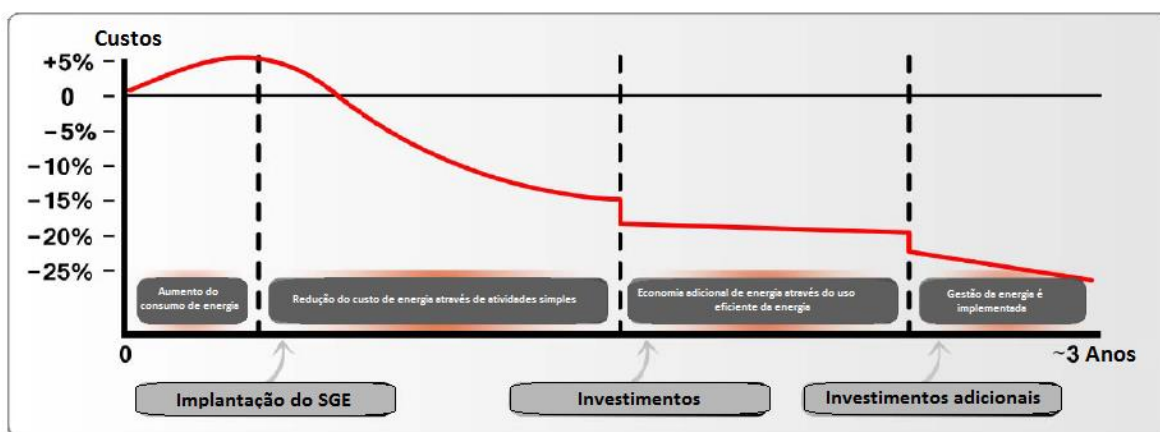
Por conta de exemplos como esses que a Norma surgiu em 2011 com uma expectativa de proporcionar ganhos de 20% em eficiência energética no longo prazo, além de redução nas emissões globais de GEE (MCKANE ET AL, 2009).

Além da cadeia produtiva, como nos estudos de Gordic (2010) e Wessels (2011), a cadeia logística também apresenta grande potencial para a redução no consumo de energia, devido ao alto consumo de combustíveis fósseis. Bottcher e Muller (2014) mostram que essa é a percepção dos gestores de energia da indústria automotiva alemã. Através da distribuição de um questionário elaborado a partir de hipóteses pré-definidas dos impactos de um SGE, baseado nos princípios da ISO 50001:2011, nas indústrias do setor, eles constataram que, a grande maioria dos respondentes, observaram vantagens significativas nas reduções de consumo de energia, emissões de GEE e, consequentemente, redução de custos.

Além da indústria automobilística, outras indústrias também têm se beneficiado da implantação de um SGE certificado, ou baseado nos princípios da Norma, em suas empresas. É o caso da Montepaz S.A., uma empresa de tabaco uruguaia com mais de 130 anos de experiência. Castelli et al (2014) mostraram que as reduções no consumo de energia chegaram a 19%. Onde, 51% do consumo era em energia elétrica, 34% em combustíveis fósseis e 15% de gás natural. Essa redução representou uma economia de custo na ordem de 21% em apenas 2 anos – de 2012 a 2014.

A indústria têxtil também já possui exemplos de aplicação da ISO 50001:2011. Localizada na província de Alexandria no Egito, a planta, com capacidade instalada para produzir 18 mil toneladas de fibra por ano, traçou um planejamento energético para reduzir seu consumo de energia em, no mínimo, 15%, sendo energia elétrica e vapor d'água as duas principais fontes de energia, e foco do SGE. No primeiro ano, os gastos mensais com energia elétrica chegaram a 3,9% de economia, com mudanças simples nos tipos de lâmpadas utilizada, eliminações de vazamento no sistema de ar comprimido e troca de bombas de água ineficientes (YACOUT, EL-KAWI e HASSOUNA, 2014).

De forma mais abrangente, estes impactos ficam mais claros quando Fieldler e Mircea (2012) mostram de forma quantitativa, os resultados obtidos por empresas europeias, de diferentes indústrias, que buscaram esse tipo de sistema de gestão para suas organizações. Como visto anteriormente, o aspecto financeiro é o principal motivador para qualquer organização buscar gerenciar seus recursos energéticos de forma mais eficiente, visto que a redução dos custos operacionais afeta de forma direta a lucratividade da empresa. A figura 10 mostra que essa redução pode chegar a 10% no primeiro ano e, com investimentos em técnicas e/ou equipamentos que reduzem o consumo de energia, essa economia pode chegar a até 50% no longo prazo.



**Figura 10 - Redução sustentável de custos através de implantação de um SEG (FIELDLER E MIRCEA, 2012). Adaptado pelo autor**

Outras experiências também mostraram resultados positivos, mesmo em organizações com perfis de consumo bem menos complexos do que as indústrias vistas acima, ou que tem como característica o uso extensivo de maquinário e automação.

Em 2013, pressionado pela Estratégia de Eficiência Energética da África do Sul, lançada pelo Departamento de Minas e Energia do país, documento que estabeleceu um objetivo de redução de 15% no consumo de energia elétrica, além de um iminente aumento de tarifa e a implantação de tributação sobre as emissões de carbono, levou um centro de compras a buscar especialistas para ajudá-los a atingir essa meta. Niesing e Grobler (2013) mostraram que, aplicando conceitos de gestão da mudança e da ISO 50001:2011 uma consultoria especializada conseguiu, através de iniciativas de custo zero e/ou baixo custo, aliado a programas de conscientização e treinamento dos funcionários e



inquilinos e dedicação da gestão, não só atingir, mas ultrapassar em larga escala a meta do governo. Após apenas 4 meses do início do trabalho, as reduções atingidas já estavam na casa dos 30%.

A tabela 4 mostra um resumo dos principais resultados vistos acima:

**Tabela 4 - Resumo dos resultados atingidos por autor (Elaborado pelo autor)**

Estudo	Empresa	Resultado	Descrição
McKane et al (2009)	Dow Chemical	-22%	Gasto com energia
McKane et al (2009)	United Technologies Corporation	-46%	Emissões de CO <sub>2</sub>
McKane et al (2009)	Toyota Norte America	-23%	Consumo de energia
McKane et al (2009)	InterfaceFLOR	-35%	Consumo de energia
Wessels (2011)	Toyota África do Sul	-20%	Consumo de energia
Gordic et al (2010)	Zastava	-25%	Consumo de energia
Castelli et al (2014)	Montepaz S.A.	-21%	Gasto com energia
Castelli et al (2014)	Montepaz S.A.	-19%	Consumo de energia
Yacout, El-Kawi e Hassouna (2014)	Indústria do setor têxtil	-15%	Consumo de energia
Fieldler e Mircea (2012)	Setor industrial alemão	-10% a -50%	Consumo de energia

Analizando somente os estudos que mostram resultados de redução de consumo de energia, a média dessa redução é de 23%. Esse valor é condizente com o que aponta Fieldler e Mircea (2012), sobretudo, levando-se em consideração que os resultados apresentados por esses estudos contemplavam, geralmente, um horizonte de dois ou três anos após a implantação do SGE.

Como exercício para estimar o potencial de utilização dessa Norma, ou de um SGE baseado em seus princípios, pela indústria nacional, podemos extrapolar esse resultado para o consumo de energia elétrica, onde esse resultado representaria uma redução de 42,5 milhões de MWh consumidos anualmente, considerando os índices de consumo de 2013. Volume esse correspondente a 43% do total gerado por Itaipu no mesmo ano, que foi de 98,6 milhões de MWh (ITAIPU, 2015). Ou então, 9,2% de toda a energia gerada pela matriz energética no período.

O impacto econômico também seria bastante significativo. Esse montante representaria uma economia de R\$ 12,4 bilhões de reais para todo o setor industrial. Valor equivalente a cerca de 1,2% do PIB do setor. Essa economia poderia impulsionar investimentos, melhorar a competitividade da indústria e gerar empregos, trazendo um saldo bastante positivo para o país.

No âmbito das emissões de GEE, pode-se apontar que a redução de 23% no consumo de energia elétrica representaria um total de 6,5 milhões de tCO<sub>2</sub>e a menos na atmosfera todos os anos.

## 5. Conclusões

Os resultados apresentados neste trabalho focaram na redução do consumo de eletricidade. Uma vez que a Norma já mostrou eficiência no combate ao consumo de todos os tipos de energia demandados pelo setor industrial, onde a eletricidade representa apenas 20%, como visto anteriormente, os benefícios seriam ainda mais significativos.

Dessa maneira, os possíveis benefícios que a Norma poderia trazer para o país, considerando a hipótese de uma maciça adoção pela indústria nacional e replicação dos resultados internacionais, seriam expressivos alívios na geração de energia elétrica pela matriz energética. Assim, também é possível desfrutar de uma redução nas emissões de gases de efeito estufa produzidos na geração de energia e também da queima de combustíveis fósseis. Isso poderia significar um grande impulso para o país atingir seus objetivos de redução dos impactos ambientais. Além disso, a economia gerada com o aumento da eficiência energética poderia ser um grande propulsor de novos investimentos e melhoria da competitividade de nossa indústria frente aos produtos importados. Crescimento mais acelerado do setor industrial, com geração de postos de trabalho seriam os principais resultados deste aumento de competitividade.

Embora a Norma demonstre um enorme potencial de aplicação para nossa indústria, alguns pontos de atenção devem ser destacados. Somente a implantação dos conceitos da ISO 50001 não garantem que resultados semelhantes aos apresentados neste trabalho serão atingidos. Deve-se salientar que cada organização tem características bastante específicas e é impossível garantir que elas terão sucesso em seus SGEs. Além disso, a implantação de um sistema de gestão envolve mudanças significativas no dia a dia das organizações e, como qualquer processo de mudança, ela envolve a quebra de paradigmas e de culturas organizacionais. Um processo como esse pode enfrentar resistência por parte dos colaboradores da organização e, se não for gerido de forma correta, pode sabotar o sucesso do projeto. Há também custos envolvidos que não podem ser deixados de lado no processo de decisão. A organização precisará investir tempo de seus colaboradores envolvidos diretamente e indiretamente na implantação e execução do SGE, e investir recursos financeiros para viabilizar todo o processo, tais quais: treinamentos, contratação de consultoria especializada, processo de certificação, equipamentos de medição, maquinário, etc.

Um sistema de gestão como esse exige certa maturidade e comprometimento que nem todas as organizações possuem ou estão preparadas para atingirem. Assim, este trabalho procurou incentivar que outros sejam produzidos visando fomentar ainda mais as discussões acerca do tema da gestão energética. A preocupação quanto a sustentabilidade é cada vez mais latente e o engajamento por parte das lideranças institucionais é peça-chave para que possamos utilizar de forma mais eficiente os recursos cada vez mais escassos do nosso planeta. De forma geral, pode-se concluir que a ISO 50001:2011 pode sim ser uma grande aliada nesse processo e que, sua extensa adoção pode contribuir para que o país atinja seus objetivos traçados no âmbito do consumo sustentável.

## 6. Referências Bibliográficas

ABNT Catálogo. **ABNT NBR ISO 50001:2011 Sistemas de gestão da energia – Requisitos com orientações para uso**, Brasil, 2011. Disponível em: <<http://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=087286>>.

ABNT. **Vença os desafios da energia com a ISO 50001**. São Paulo: ABNT, 2011.

ABRANCHES, S. **Os Acordos de Cancún**. Eco Política, 13 de dezembro de 2010. Disponível em: <<http://www.ecopolitica.com.br/2010/12/13/o-acordo-e-cancun/>>. Acesso em: 19 de novembro de 2015.

BARATA, M. M. L. **O setor empresarial e a sustentabilidade no Brasil**. Revista Pensamento Contemporâneo em Administração, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, 2007, p. 70-86. Disponível em: <<http://www.uff.br/var/www/htdocs/pae/index.php/pca/article/view/156/126>>. Acesso em: 22 de outubro de 2015.

BBC, **Veja os principais pontos do acordo de Copenhague**. BBC Brasil, 12 de dezembro de 2009. Disponível em: <[http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2009/12/091219\\_acordoanalise.shtml](http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2009/12/091219_acordoanalise.shtml)>. Acesso em: 19 de novembro de 2015.

BOTTCHER, C., MULLER, M., **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. 2014, p. 1-9. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.06.013>>.

CASTELLI, M., HOBBS, R., MONDOS, L. **Case Study: Implementation of an energy management system in tobacco industry**. Montevideo, Uruguay, 2014.

DUGLIO, S. **Energy Management Systems: from EN 16001 to ISO 50001**, Department of Commodity Science, Faculty of Business and Economics: Turin, Italy, 2011.

EPE. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Anuário estatístico de energia elétrica 2014 ano base 2013**, Ministério de Minas e Energia, Brasil, 2014a. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/Estudos/Paginas/default.aspx?CategorialID=363>>. Acesso em: 18 de outubro de 2015.

EPE. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Estudos da Demanda de Energia. Demanda de Energia 2050**. Ministério de Minas e Energia, Brasil, 2014b. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/Estudos/Documents/DEA%2013-14%20Demanda%20de%20Energia%202050.pdf>>. Acesso em: 22 de outubro de 2015.

EPE. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanço Energético Nacional 2015 ano base 2014**, Ministério de Minas e Energia, Brasil, 2014. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/Estudos/Paginas/default.aspx?CategorialID=347>>. Acesso em: 15 de outubro de 2015.

FIEDLER, T., MIRCEA, P. M. **Energy Management Systems According to the ISO 50001 Standard – Challenges and Benefits**. IEEE: Germany, 2012.

FIRJAN. FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Quanto custa a energia elétrica para a indústria no Brasil?** 28 de novembro de 2013. Disponível em: <<http://www.firjan.com.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=2C908A8F4EBC426A014EC144C8182AA6&inline=1>>. Acesso em: 15 de outubro de 2015.

GORDIC, D., BABIC, M., JOVICIC, N., SUSTERSIC, V., KONCALOVIC, D., JELIC, D. **Development of energy management system – Case study of Serbian car manufacturer**, Kragujevac, Serbia, 2010.

IEA. INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **IEA updates carbon emissions data ahead of climate change negotiations, reveling recent trends**, 04 de novembro de 2015a. Disponível em: <<http://www.iea.org/newsroomandevents/news/2015/november/iea-updates-official-carbon-emissions-data-ahead-of-climate-change-negotiations.html>>. Acesso em: 7 de novembro de 2015.

IEA. INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **IEA Headline Global Energy Data**, 2015b. Disponível em: <[http://www.iea.org/media/statistics/IEA\\_HeadlineEnergyData\\_2015.slsx](http://www.iea.org/media/statistics/IEA_HeadlineEnergyData_2015.slsx)>. Acesso em: 7 de outubro de 2015.

ITAIPU. **Produção ano a ano**. Disponível em: <<http://www.itaipu.gov.br/energia/producao-ano-ano>>. Acesso em: 22 de outubro de 2015.

KARCHER, P., JOCHEM, R. **Success factors and organizational approaches for the implementation of energy management systems according to ISO 50001**, The TQM Journal, vol. 27 issue 4 pp. 361 – 381. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/TQM-01-2015-0016>>. Acesso em: 14 de outubro de 2015.

MCKANE, A., DESAI, D., MATTEINI, M., MEFFERT, W., WILLIAMS, R., RISSER, R. **Thinking Globally: How ISO 50001 can make industrial energy efficiency standard practice**, Lawrence Berkeley National Laboratory: United States, 2009. Disponível em: <<http://escholarship.org/uc/item/92d8q553>>.

NIESING, G., GROBLER, L.J. **BUSINESS BASICS FOR ENERGY EFFICIENCY – USING THE PRINCIPLES OF ENERGY MANAGEMENT COMBINED WITH RENEWABLE ENERGY TO ACHIEVE SUSTAINABLE SAVINGS – A CASE STUDY**, North West University: Potchefstroom, South Africa, 2013.

PORTAL BRASIL. **Em 2013, PIB cresce 2,3% e totaliza R\$ 4,84 trilhões**, Portal Brasil, 27 de fevereiro de 2014. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2014/02/em-2013-pib-cresce-2-3-e-totaliza-r-4-84-trilhoes>>. Acesso em: 12 de setembro de 2015.

SANTANA, N. D. **Crescimento econômico, desenvolvimento sustentável e inovação tecnológica – uma análise de eficiência por envoltória de dados para os países do BRICS**, Departamento de Engenharia de Produção, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18157/tde-11102012-094514/pt-br.php>>. Acesso em: 19 de novembro de 2015.

SEEG. SISTEMA DE ESTIMATIVA DE EMISSÕES DE GASES DO EFEITO ESTUFA. Disponível em: <<http://seeg.eco.br/emissoes-totais/>>. Acesso em: 12 de setembro de 2015.

WESSELS, Arden. **Energy Management System Implementation at Toyota SA.**, 8<sup>th</sup> Conference on the Industrial and Commercial Use of Energy: Durban, South Africa, 2011

YACOUT, D., EL-KAWI, M., HASSOUNA, M. **Applying Energy Management in Textile Industry, Case Study: An Egyptian Textile Plant**, International Energy Journal 14, pp. 87 – 94, 2014.



