



**Universidade de Brasília - UnB
Faculdade UnB Gama - FGA
Engenharia de Energia**

**O cumprimento de requisitos da norma ISO 50.001
para efetivação de um sistema de gestão de energia
e melhoria do desempenho energético em
indústrias: um estudo de caso multiexploratório**

**Autor: Filipe Augusto Valadares de Mattos
Orientadora: Dra. Paula Meyer Soares**

Brasília, DF

2019



FILIPPE AUGUSTO VALADARES DE MATTOS

**O CUMPRIMENTO DE REQUISITOS DA NORMA ISO 50.001 PARA EFETIVAÇÃO
DE UM SISTEMA DE GESTÃO DE ENERGIA E MELHORIA DO DESEMPENHO
ENERGÉTICO EM INDÚSTRIAS: UM ESTUDO DE CASO MULTIEXPLORATÓRIO**

Monografia submetida ao curso de Engenharia de Energia da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Energia

Orientadora: Profa. Dra. Paula Meyer Soares

Brasília, DF

2019

CIP – Catalogação Internacional da Publicação

de Mattos, Filipe Augusto Valadares.

O cumprimento de requisitos da Norma ISO 50.001 para efetivação de um Sistema de Gestão de Energia e melhoria do Desempenho Energético em indústrias: um estudo de caso multiexploratório / Filipe Augusto Valadares de Mattos Brasília: UnB, 2019. 54 p.: il; 29,5 cm.

Monografia (Graduação) – Universidade de Brasília
Faculdade do Gama, Brasília, 2019. Orientação: Paula Meyer
Soares

1. Desempenho Energético. 2. Sistema de Gestão de Energia
3. Norma ISO 50.001 I. Soares, Paula Meyer. II. Doutora.

CDU Classificação



**O CUMPRIMENTO DE REQUISITOS DA NORMA ISO 50.001 PARA EFETIVAÇÃO
DE UM SISTEMA DE GESTÃO DE ENERGIA E MELHORIA DO DESEMPENHO
ENERGÉTICO EM INDÚSTRIAS: UM ESTUDO DE CASO MULTIEXPLORATÓRIO**

Filipe Augusto Valadares de Mattos

Monografia submetida como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Energia da Faculdade UnB Gama - FGA, da Universidade de Brasília, em 12/12/2019 apresentada e aprovada pela banca examinadora abaixo assinada:

Prof. Dra: Paula Meyer Soares, UnB/ FGA
Orientador

Prof. Dr: Fábio Cordeiro de Lisboa, UnB/ FGA
Membro Convidado

Prof. PhD: Fernando Paiva Scardua, UnB/ FGA
Membro Convidado

Brasília, DF
2019

RESUMO

O estudo de caso demonstra como a aplicação de requisitos para efetivação de um sistema de energia, baseados na norma ISO 50.001, pode promover melhorias no desempenho energético de indústrias. A pesquisa de estudo de caso múltiplos, busca investigar e explorar um tópico empírico presente no cenário industrial para compreender como organizações podem obter ganhos em eficiência energética por meio da implementação de um Sistema de Gestão de energia (SGE). A metodologia, utilizada foi de estudos de casos múltiplos em que é feita uma análise dos dados e das evidências fundamentadas em estratégias analíticas de comparação dos resultados com as proposições teóricas. O Protocolo de Estudo de caso para coleta de dados; a Síntese Cruzada de dados para análise de evidência; e a Generalização Analítica para interpretação dos resultados. É esperado encontrar uma lógica de replicação por meio da validação da teoria inicial pelos resultados dos casos selecionados quais, acarretada pela generalização analítica. Ficou bem confuso A prioridade é replicar esse achado para pesquisas subseqüentes. O banco de dados do estudo de caso limitou a pesquisa quanto à verificação do cumprimento de alguns requisitos pela organização, o que impossibilitou comprovar que as organizações efetivaram o SGE em seus sistemas produtivos.

Palavras-chave: desempenho energético, sistema de gestão de energia, Norma ISO 50.001

ABSTRACT

The case study demonstrates how the application of requirements for the implementation of a power system, based on the ISO 50.001 standard, can promote improvements in the energy performance of industries. The multiple case study research seeks to investigate and explore an empirical topic present in the industrial scenario to understand how organizations can achieve gains in energy efficiency through the implementation of an Energy Management System (SGE). The methodology used was of multiple case studies in which an analysis of the data and evidence based on analytical strategies for comparing the results with the theoretical proposals is made. The case study protocol for data collection; the Cross Synthesis of data for analysis of evidence; and the Analytical Generalization for interpreting the results. It is expected to find a logic of replication through the validation of the initial theory by the results of the selected cases which, caused by the analytical generalization. It got really confusing the priority is to replicate this finding for subsequent research. The database of the case study limited the research regarding the verification of the fulfillment of some requirements by the organization, which made it impossible to prove that the organizations carried out the SGE in their production systems.

Keyword: energy performance, energy management system, ISO 50.001

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Distribuição do consumo de energia elétrica entre os setores da economia, no período de 2010 a 2018, no Brasil.

Gráfico 2 - Distribuição do consumo de energia elétrica por uso final na indústria.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Relação entre Desempenho Energético e uso, consumo e eficiência de energia.

Figura 2 - O ciclo PDCA teórico.

Figura 3 - O ciclo PDCA aplicado a um SGE

Figura 4 - Principais requisitos de implantação da Norma ISO 50.001

Figura 5: Unidade fabril VII da WEG, Jaraguá do Sul, como escopo e limite do SGE.

Figura 6 – Comparação de valores de um IDE no período base e de reporte.

Figura 7 – Fluxograma do processo de planejamento energético proposta pela Norma ISO 50.001:2018.

Figura 8 – Gráfico de dispersão do cálculo do coeficiente de correlação linear entre o consumo de energia da Fábrica VII e a potência produzida na unidade, Jaraguá do Sul, 2011.

Figura 9 – Exemplo de comunicação visual realizada pela WEG para promover a compreensão dos indicadores do SGE.

Figura 10 – Campanha de conscientização para engajamento no SGE promovida pela WEG.

Figura 11 – Replicação literal dos casos GM e WEG comparados com o ciclo PDCA teórico de implementação de um SGE proposto pela Norma ISO 50.001:2018.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Panorama à nível internacional do número de certificações da Norma ISO 50.001 desde que foi lançada em 2011 até o ano de 2018.

Tabela 2 - Síntese Cruzada de Dados entre os requisitos de Planejamento, Apoio e Operação para os casos WEG e GM.

Tabela 3 - Síntese Cruzada de Dados entre os requisitos de Planejamento, Apoio e Operação para os casos WEG e GM.

Tabela 4 – Resultados dos IDEs após implantação do SGE na WEG, no período base de 2011 a 2012.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Principais mudanças na Norma ISO 50.001:2018 em relação à primeira edição de 2011.

Quadro 2 – A família da ISO 50.000 e seus aspectos específicos de aplicabilidade.

Quadro 3 – Caracterização teórica das etapas do Ciclo PDCA.

Quadro 4 – Caracterização das etapas do Ciclo PDCA aplicadas ao SGE.

Quadro 5 - Requisitos de implantação de um SGE trabalhados no estudo de caso.

Quadro 6 – Protocolo de estudo de caso para os requisitos de Planejamento desenvolvidos pela WEG e GM.

Quadro 7 – Protocolo de estudo de caso para os requisitos de Apoio desenvolvidos pela WEG e GM.

SUMÁRIO

RESUMO	5
ABSTRACT	6
1. INTRODUÇÃO	12
1.1 JUSTIFICATIVA.....	15
1.2 PROBLEMA DE PESQUISA.....	15
1.3 OBJETIVO GERAL.....	15
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
1.5 METODOLOGIA.....	15
1.6 ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO	Erro! Indicador não definido.
2. A ISO 50.001 E O CONSUMO DE ENERGIA NA INDÚSTRIA	18
3. A NORMA ISO 50.001 E O SISTEMA DE GESTÃO DE ENERGIA	23
3.1 VISÃO GERAL	23
3.2 PRINCIPAIS CONCEITOS.....	27
3.3 O CICLO PDCA E SEUS PRINCIPAIS REQUISITOS	29
4. ESTUDOS DE CASOS	33
4.1 CASO WEG	34
4.2 CASO GM.....	36
5. DETALHAMENTO DA METODOLOGIA	39
5.1 METODOLOGIA DE COLETA DE DADOS.....	41
5.2 METODOLOGIA DE ANÁLISE DE DADOS	42
5.3 CRITÉRIOS DE INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS	43
6. PLANEJAMENTO	45
6.1 ASPECTOS TEÓRICOS.....	45
6.2 DADOS E EVIDÊNCIAS	49
7. APOIO	52
7.1 ASPECTOS TEÓRICOS.....	52
7.2 DADOS E EVIDÊNCIAS	53
8. OPERAÇÃO	56
8.1 ASPECTOS TEÓRICOS.....	57
8.2 DADOS E EVIDÊNCIAS	59
9. ANÁLISE DOS DADOS	63
10. INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS	68
10.1 AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO E MELHORIA	68
10.2 LÓGICA DE REPLICAÇÃO	70
CONSIDERAÇÕES FINAIS	73
BIBLIOGRAFIA	75

INTRODUÇÃO

A indústria é um setor significativo entre os consumidores de energia do país, alternando com o de transportes. Ela responde por 31,6% da utilização de toda a energia no Brasil.(EPE, 2019)

A eletricidade é a principal fonte energética consumida na indústria, representando parcela de participação de um quinto entre todas utilizadas. Mesmo o bagaço de cana também sendo um energético significativo, ele tem seu uso concentrado no setor de Alimentos e Bebidas, enquanto que a eletricidade está em todos os segmentos industriais. Em seguida, vem o Gás Natural com 11,4%. (EPE,2019)

O referido estudo visa apresentar respostas à seguinte questão: de que forma o cumprimento de requisitos da Norma ISO 50.001 e a efetivação de um Sistema de Gestão de Energia - SGE podem melhorar o desempenho energético das indústrias? Sendo um assunto de relevância teórica e prática para o setor industrial e a população em geral, duas grandes organizações da área quais foram escolhidas por serem referência na discussão sobre eficiência energética e a Norma ISO 50.001.

É sabido que as ações que promovam a eficiência energética na indústria são de interesse público-nacional. A indústria por exemplo, consome atualmente 37,5% da energia elétrica do país.

Serão analisados no presente estudo dois estudos de casos de empresas que implementaram a ISSO 50.001. à efetivação das ações listadas na referida norma possibilitou a economia de energia em algumas áreas dessas industrias.(EPE, 2019)

A escolha do método de pesquisa de estudo de caso foi condicionada principalmente pelo tipo de questão de pesquisa “como” e “por que”, favorecendo a exploração de uma circunstância presente por meio de evidências empíricas, com um foco operacional, isto é, o caso sendo uma manifestação concreta de um fenômeno industrial da vida real. O estudo de caso foi preferível pois não é possível controlar e manipular o comportamento dos eventos como em um experimento laboratorial. A pesquisa busca investigar e explorar o tema para um entendimento holístico e real dos processos industriais e organizacionais (YIN, 2015).

O referido estudo divide-se em nove capítulos. Os primeiros dois capítulos apresenta a Norma ISO 50.001 e a questão do consumo de energia. Os próximos capítulos apresentam o detalhamento dos dois estudos de casos que serão utilizados

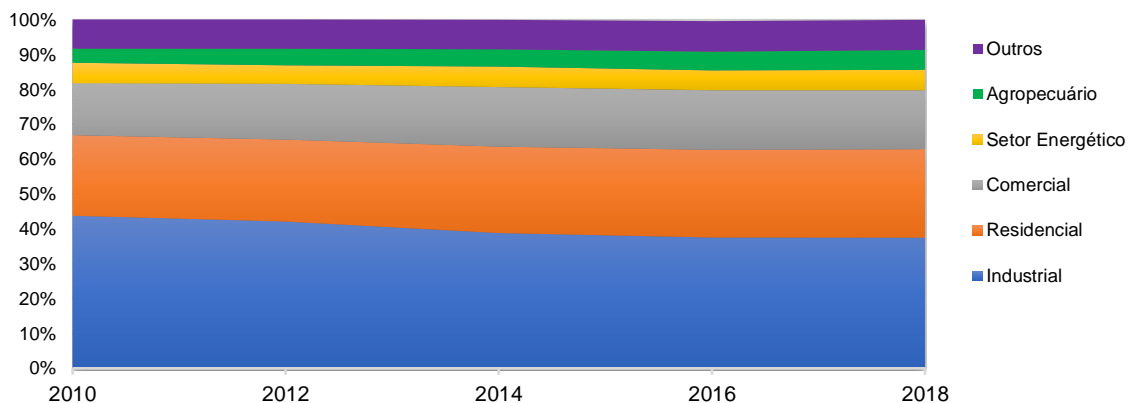
no referido estudo para tratar sobre a efetividade da ISO 50.001 bem como o detalhamento do método utilizado para realizar a análise dos resultados dessas ações.

1.1. JUSTIFICATIVA

Como dito anteriormente, o segmento industrial ocupa lugar de destaque quando o assunto é consumo de energia. De acordo com a EPE, a indústria utiliza cerca de 31,6% de toda a energia no Brasil. Em 2012, esse uso chegou a 35%.

Em 2018, a indústria consumiu 37,5% do total de energia produzida. Em 2012, esse valor foi de 40% em 2012. (EPE, 2019)

Gráfico 1 – Distribuição do consumo de energia elétrica entre os setores da economia, no período de 2010 a 2018, no Brasil.



Fonte: Balanço Energético Nacional (BEN) 2019, ano base 2018 (EPE, 2019).

A eficiência energética se refere à um conjunto de ações em que a energia necessária para atender uma determinada demanda é reduzida em quantidade, passando a gastar menos em um mesmo processo. Sabe-se que os serviços indispensáveis em indústrias, como força motriz, climatização e iluminação de ambientes, podem acontecer com um consumo de energia menor, possibilitando ganhos econômicos e ambientais.

A oferta de energia se encontra disponível na natureza nas suas fontes primárias, seja ela renovável (solar, hidráulica, cana de açúcar.) ou não-renovável (petróleo, carvão mineral). Independente da sua forma encontrada, o mau uso gera consequências econômicas e ambientais indesejadas pelos agentes envolvidos.

No que tange ao quesito ambiental, é sabido que as reservas fósseis são esgotáveis e seu custo relativamente elevado. Dentre os efeitos provocados no meio ambiente está a geração de gases do efeito estufa, resíduos e desmatamento. Essa prática reflete sobre a necessidade de ações não somente de utilização de fontes limpas, mas elucida também a importância de programas de eficiência e consumo de energia.

No que diz respeito ao quesito econômico, a Confederação Nacional da Indústria, a CNI (2009, p.1), diz que:

O desenvolvimento e o emprego de tecnologias inovadoras em processos industriais são capazes não só de reduzir o consumo de energia, como também contribuir para o aumento da competitividade das plantas, constitui um objetivo primordial da indústria na atualidade (CNI, p.1, 2009).

Entretanto, a abordagem para se alcançar a eficiência energética não fica somente no emprego de tecnologias, mas também por meio da sistematização da cadeia energética de uma organização, ou seja, mediante a implantação um Sistema de Gestão de Energia (SGE). No documento oficial elaborado pelo Ministério de Minas e Energia (MME), o Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf) (2011, p.10), diz que “As ações de eficiência energética compreendem modificações ou aperfeiçoamentos tecnológicos ao longo da cadeia, mas podem também resultar de uma melhor organização, conservação e gestão energética.”

Diante desse quadro, deduz-se que a Eficiência Energética seja uma prática frequente inserida no meio da competitividade industrial. Mas de acordo com o PNEf (2011, p. 31) “[...] isto não vem acontecendo na intensidade desejada para, de fato, inserirmos a eficiência energética como um instrumento de competitividade.”

Em meio a tudo isso, surge a norma ABNT NBR ISO 50.001:2018 - Sistemas de gestão de energia - Requisitos com orientações para uso; cujo propósito é habilitar organizações a sistematizarem seus parâmetros energéticos por meio de um SGE, controlar e alcançar resultados melhores de desempenho e gastos.

Sendo assim, este trabalho tem o intuito de explorar o cumprimento dos requisitos da Norma ISO 50.001 e a efetivação de um SGE num cenário atual carente de ações de eficiência energética do qual se espera propor um modelo viável de replicação literal de casos de sucesso da melhoria do Desempenho Energético (DE) e que foram certificados por órgãos responsáveis.

Hoje o poder dos governos e das organizações empresariais, já não são exercidos pela força direta e indireta, como se conhecia no passado. As modernas técnicas de gestão e governança são aplicadas de forma induzida, para que a sociedade e os indivíduos nas organizações sigam “diretrizes e normas” formuladas, para que o comportamento social e operacional alcance os objetivos estabelecidos.

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

De que forma o cumprimento de requisitos da norma ISO 50.001 e a efetivação de um Sistema de Gestão de Energia podem melhorar o desempenho energético de indústrias?

1.3.OBJETIVO GERAL

Realizar um estudo acerca da aplicação dos requisitos da Norma ISO 50.001 aplicados aos estudos de casos das empresas da WEG e da General Motors e seus impactos no consumo de energia.

1.4.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Analisar os requisitos da Norma ISO 50.001 aplicados aos estudos de casos das empresas da WEG e da General Motors e mensurar seus impactos no consumo de energia.

Relacionar as ações adotadas e os resultados alcançados no que diz respeito ao consumo de energia.

Relacionar os principais desafios enfrentados para a implantação das estratégias desenhadas pela Norma ISO 50.001.

1.5.METODOLOGIA

Para a realização do referido estudo utilizou-se o método de estudo de caso múltiplo.

De acordo com YIN (2015, p.4) “[...]um estudo de caso permite que os investigadores foquem um “caso” e retenham uma perspectiva holística e do mundo real – como no estudo dos ciclos individuais da vida, o comportamento dos pequenos grupos, os processos organizacionais e administrativos, a mudança de vizinhança, o desempenho escolar, as relações internacionais e a maturação das indústrias.”

A adoção do método de estudo de casos múltiplos visa responder questões relativas a investigação propriamente dita, a extensão de averiguação dos fenômenos investigados e o grau de enfoque sobre eventos contemporâneos em oposição aos eventos totalmente históricos. (YIN, 2015)

No caso específico da referida monografia, a investigação realizada baseou-se na experiência e observação de sistemas de gestão de energia (SGE) implementados por grandes organizações, que obtiveram certificação de órgão responsável, por meio de pesquisa documental e bibliográfica. O foco é esclarecer como acontece a integração de requisitos da norma ISO 50.001 nos processos industriais e por que a efetivação de um SGE reduz o consumo de energia.

Dentro desse contexto investigativo, foram utilizados os estudos de casos das empresas WEG e General Motors. Ambas as empresas implantaram as iniciativas da Norma ISO 50.001 com êxito no que diz respeito a ganhos em eficiência energética.

Atribui-se a economia de energia a implantação de ações e de requisitos da referida Norma. No item 5 dessa monografia detalharemos sobre os requisitos analisados e quais os critérios utilizados para a escolha dos mesmos.

Será realizada uma abordagem crítica acerca das ações adotadas pelas empresas da WEG e General Motors observando os requisitos exigidos pela Norma ISO 50.001 e resultados alcançados.

Os dados e informações coletados na pesquisa são oriundos de uma pesquisa documental disponibilizada pela International Copper Association (ICA), que informa quais medidas foram deliberadas pelas organizações presentes no estudo de caso, sem uma descrição dos processos internos de implementação e decisão de cada uma.

A teoria abordada no estudo de caso descreve o panorama atual de consumo de energia na indústria e sua integração com a norma ISO 50.001. Tópicos como sistema de gestão de energia, seus requisitos com orientações para uso são expostos numa revisão bibliográfica sobre o tema. Finalmente, é trazida uma explanação da teoria da lógica de análise e dos critérios de interpretação dos resultados.

Os requisitos trabalhados nesse estudo de caso englobam as principais ações para efetivação do sistema de gestão e se concentram nos tópicos de Planejamento e Operação. São exemplos de unidades de análise a Revisão Energética; os Indicadores de Desempenho Energético; Controle Operacional; Projeto e Aquisição; Conscientização, entre outros.

A coleta de dados se fez pela criação de um Protocolo de Estudo de Caso que traz procedimentos e regras para a seleção dos valores esperados. É um plano e uma preparação que cobre a evidência esperada e as informações específicas a serem analisadas. O protocolo conta com um conjunto de questões relevantes para a linha de investigação de tal modo que assegure o cumprimento das Norma ISO 50.001 e a efetivação de um sistema de gestão de energia podem melhorar o desempenho energético em indústrias.

Os métodos de análise de dados e interpretação de resultados se baseiam na estratégia analítica. É utilizada a ferramenta analítica de Síntese Cruzada de Dados e o estabelecimento de uma Lógica de Replicação, descritas em capítulo específico, mais à frente. Essa abordagem busca nas evidências, encontrar padrões e combinações que possam refletir o problema de pesquisa, de modo a se retirar categorias ou grupos de resultados dos dados dos casos.

Os dados apresentados não cobrem em totalidade o processo de efetivação do sistema de gestão de energia nas organizações citadas. Porém, a proposta é um estudo de caso exploratório, servindo para estreitar a relação com o tema, sendo uma investigação menos rigorosa que não cobre a finalidade de estudo de casos descritivos e explicativos. Sendo assim, julga-se que os dados tem evidência confirmatória para exploração da efetivação dos principais tópicos da Norma ISO 50.001 nos casos apresentados.

2.A ISO 50.001 E O CONSUMO DE ENERGIA NA INDÚSTRIA

Pode-se dizer que a eficiência energética é alcançada através de ações que geram a redução do consumo de energia para atender um determinado processo. Partindo desse pressuposto, fica claro que essa redução atende às necessidades de economia do produto final no setor industrial já que é um dos insumos mais caros. O que pode ser uma barreira, contudo, é constatar que as ações propostas podem ter custos elevados, como a aquisição de novas tecnologias, provocando uma aversão à investimentos no setor (MME, 2011).

A economia de energia em ações de eficiência energética no setor industrial gera benefícios para toda a sociedade. [...] Empresas que investem em projetos de eficiência energética podem economizar recursos, ganhar competitividade e amenizar a pressão sobre o aumento da oferta de energia. Postergar parte do investimento no aumento da oferta de energia permite ao governo e ao empresário liberarem recursos para outras prioridades, sem perda de qualidade, segurança no abastecimento e com ganhos sociais e ambientais (CNI, 2009, p. 2 e 3).

É interessante salientar que a energia consumida não representa um fator qualitativo no cenário industrial atual, mas sim quantitativo. O que se quer dizer é que indicadores de performance na indústria como consumo específico e custo de energia representam parte significativa do valor final do produto, chegando em alguns segmentos, até 60% do custo final de produção (MME, 2011).

Conforme citado acima, a melhor maneira de destacar a importância da eficiência energética é considerar que não se trata somente da economia de recursos, mas também os efeitos econômicos e financeiros das empresas. Esse reflexo decorrem da economia de energia assim como do uso adequado do recurso.

Dentro desse contexto de economia, o agente econômico Governo, constitui agente interessado na efetivação de resultados de eficiência energética. Em 2001 foi sancionada a Lei 10.925, conhecida como a *Lei da Eficiência Energética*. Essa lei estabelecia os níveis máximos de consumo específico de energia, ou mínimos de eficiência energética, de máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados ou comercializados no País, com base em indicadores técnicos pertinentes” (BRASIL, 2001).

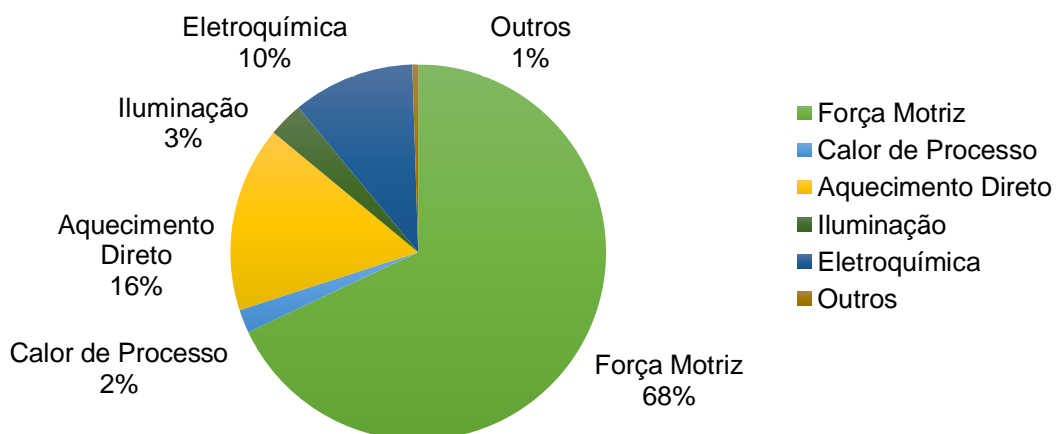
O Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro) e a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) são responsáveis pelo estabelecimento de indicadores de eficiência energética das máquinas presentes nas indústrias. Tendo em vista que o setor industrial é o maior consumidor de eletricidade,

fica explícito a importância do tema para o governo, não somente em fatores econômicos, mas com a preocupação em qualidade, abastecimento e meio ambiente.

Analisando o horizonte em que a eficiência energética na indústria se encontra, e mesmo corroborando a sua importância por meio do interesse empresarial e governamental, o mesmo esbarra em que? quando se fala na aplicação de dinheiro no setor. Os riscos técnicos decorrentes da aquisição de novas tecnologias que podem ser caras, tornam agentes financeiros resistentes à investimentos devido à incerteza em como mensurar os resultados. Dos poucos projetos que recebem financiamentos, a grande maioria se concentra em sistemas motrizes, enquanto a área de isolamento térmica, um tipo de energia mais elementar e de menor custo não ganha devida atenção, demonstrando uma fraca integração da gestão da cadeia de consumo energético (MME, 2011).

De acordo com o Plano Nacional de Eficiência Energética (MME, 2011) a Força Motriz é responsável por 68% do uso final da energia elétrica na indústria, demonstrando ser o principal emprego de consumo. Em seguida, áreas de energia térmica representando quase 20%. Esses dois tipos totalizam 88% e têm o foco das ações de eficiência energética. A iluminação, mesmo sendo pouco relevante, também conta com várias intervenções devido à fácil manipulação. A Fig. (4) representa a distribuição do consumo de energia elétrica por setores de utilização dentro da indústria.

Gráfico 2 - Distribuição do consumo de energia elétrica por uso final na indústria.



Fonte: Plano Nacional de Eficiência Energética (MME, 2011).

Nota-se que o cenário atual das indústrias é desprovido de uma abordagem sistemática do uso e consumo de energia.

As ações de Eficiência Energética compreendem modificações ou aperfeiçoamentos tecnológicos ao longo da cadeia, mas podem também resultar de uma melhor organização, conservação e gestão energética por parte das entidades que a compõem. Devem ser privilegiadas todas as ações que, na margem, tenham um custo inferior ao necessário para suprir a energia economizada (MME, 2011, p. 1).

Em pesquisa desenvolvida pela Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia – ABESCO, sobre o Potencial de Eficiência Energética no Brasil nos anos de 2008 – 2016, a indústria nacional teve um potencial de economia energética nos anos de 2014 a 2016 de aproximadamente 31.800 GWh, totalizando um potencial de economia financeira de R\$ 12,76 bi. A Associação, estima que o setor pode economizar 6,20% do consumo, diz que o grande desperdício se deve a desatualização do maquinário industrial e que poderia ser resolvido com incentivos governamentais à modernização industrial (ABESCO, 2017).

Em alguns casos, a gestão de um projeto de eficiência energética por parte das empresas, quando mal conduzida, gera resultados imprecisos. Logo, é vantajoso e benéfico o estabelecimento de um SGE conduzindo uma organização à eficiência energética de modo integrado, eficiente e lucrativo.

Com o propósito de habilitar organizações a possuírem uma abordagem sistemática para gerenciamento de energia, a International Organization for Standardization (ISO), federação mundial de normatização, publicou em 2011, a primeira edição da Norma ISO 50.001, que especifica requisitos que consolidam um SGE, proporcionando uma melhoria de seu Desempenho Energético (DE).

A Norma ISO 50.001 – Sistema de Gestão de Energia – surgiu em 2007, em um diálogo promovido pela Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO) com o intuito de impactar globalmente as organizações em relação aos seus usos de energia, que abrangesse as diversas fontes, por meio de uma norma de sistema de gestão de energia. Em 2008, a ISO, 40 países e organizações representativas começaram o desenvolvimento desse documento. Em 2011 ela foi publicada mundialmente. Após um mês, a norma foi publicada em português pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (ICA, 2018).

Na Tabela (1), pode-se analisar um panorama à nível internacional do número de certificações da norma desde que foi lançada em 2011. Os resultados de 2018 são disponibilizados pelo site ISO *Survey* e mostra a enorme distância do Brasil para os países com mais certificações, Alemanha e Reino Unido. Além dos países europeus é apresentada uma comparação com a China e a Índia. Mesmo 7 anos após a

publicação, países como a Índia já obtiveram cerca de 10 vezes mais certificados que o Brasil atualmente (ISO, 2019).

Tabela 1 - Panorama à nível internacional do número de certificações da Norma ISO 50.001 desde que foi lançada em 2011 até o ano de 2018.

Países	2012	2014	2016	2018
Mundo	2.236	6.765	20.216	18.059
Alemanha	1.133	3.402	9.024	6.243
Reino Unido	136	376	2.829	1.153
China	3	60	1.015	2.364
Índia	74	271	570	674
Brasil	5	23	22	62

Fonte: ISO Survey (2019)

Em pesquisa sobre a gestão da eficiência energética na indústria alemã, Madruga (2014) diz que o destaque desse país está relacionado ao bom desempenho industrial, mesmo esse setor consumindo quase metade da energia do país, utilizando principalmente energia elétrica. Segundo a autora, esses resultados estão ligados a objetivos e metas nacionais ambiciosas do Ministério do Meio Ambiente de proteção climática. Ela alega que isso é possível devido à forte integração entre políticas públicas, legislação, programas de incentivo e de qualidade. Exemplo disso são os impostos como a eco-taxa e linha de créditos oferecidos por bancos do país.

Os setores industriais com maior impacto em consumo de energia de países concorrentes do Brasil recebem apoio de seus governos para desenvolver projetos de eficiência energética. Segundo Altoé et al (p.295, 2017), “O Brasil ainda está aquém de muitos países desenvolvidos, [...] em formulação de políticas públicas de eficiência energética. Tais países podem ser usados como referência para definição de legislações brasileiras futuras”. Em diagnóstico desenvolvido para eficiência energética industrial elaborado pela Confederação Nacional das Indústrias (CNI) e a Eletrobrás, por meio do Procel Indústria em 2009, diz-se que:

Setores industriais intensivos em consumo de energia de países concorrentes do Brasil recebem apoio de seus governos para desenvolver projetos de eficiência energética. O trabalho analisou 63 programas de 13 países, mais a União Européia. Verificou-se a existência de apoio direto às ações de eficiência energética industrial como renúncia fiscal, condições especiais de financiamento, treinamento e disponibilização de informações técnicas de qualidade (CNI, p.2, 2009).

Em contrapartida, no dia 21 de outubro de 2019, a Comissão de Minas e Energia da Câmara dos Deputados aprovou proposta que altera a Lei n.10.295/2001 – a Lei de Eficiência Energética, indicando que empresas consumidoras intensivas de energia elétrica que implementarem o SGE de acordo com a Norma ISO 50.001 e

possuírem certificação, poderão ser beneficiadas com medidas de compensação tributária. A proposta ainda precisa ser aprovada pela Câmara dos Deputados e regulamentada pelo poder executivo. Tal medida, se oficializada, simbolizará um grande passo para o país no cenário de eficiência energética industrial (HAJE, 2019).

Parcerias entre organizações de classe e setor público também já existem, mas ainda com expressão insuficiente. O Instituto Brasileiro do Cobre (Procobre), a Eletrobrás e o Senai (campus Pirituba) estabeleceram uma parceria em 2017 para incentivar sete grandes empresas – Baxter, Bemis, L'Oréal, Thyssenkrupp, Coca-Cola, Ficosa do Brasil e Plastifluor – a aprimorarem a gestão de energia em suas plantas no país. O Procobre patrocina as certificações das empresas na Norma ISO 50.001; o Senai guia a implantação dos requisitos da norma; a Eletrobrás realiza a auditoria interna preparatória para a certificação.

A implantação do SGE, sistematizando e promovendo a cultura de melhoria contínua nas organizações permite que elas deem continuidade nas ações de eficiência energética e trazendo caráter pontual ao atendimento das contingências da empresa. Essa estrutura entrega informações para tomadas de decisões da alta direção e conscientiza colaboradores da importância dos atendimentos dos requisitos para um sistema de gestão efetivo, mudando a visão de uso e consumo de energia dentro de uma linha de produção, de consumo para desempenho energético.

Como motivação empresarial, o fato de a energia passar a ser enxergada não mais como um fator quantitativo, revela a organização que a mesma não pode controlar preços e ofertas desse recurso, mas que pode agir em como ele pode ser utilizada. Os melhores resultados de eficiência energética são oriundos em mudanças no gerenciamento do uso e consumo de energia.

O cenário energético atual, se encontra no desafio de atender as crescentes demandas de consumo da população e de crescimento econômico. O poder público se encontra no lugar responsável por intermediar essa relação e por isso cabe a ele entender o comportamento dos consumidores e agir de maneira a fomentar o uso racional e sustentável de energia. Países da Europa e os Estados Unidos iniciaram a implementação de mecanismos legais na década de 1970 como metas a serem atingidas na redução da demanda de energia e na emissão de gases de efeito estufa e são pioneiros em instrumentos legais de eficiência energética (ALTOÉ et al., 2017).

3 A NORMA ISO 50.001 E O SISTEMA DE GESTÃO DE ENERGIA

O Capítulo 3 apresenta definições gerais da Norma ISO 50.001:2018 e do SGE. Na seção 3.1 é trabalhada uma visão geral da norma e do Desempenho Energético (DE), o que ela faz, seus benefícios de implantação do SGE, sua semelhança com outras normas ISO de sistemas de gestão, a atualização para a segunda edição e a família ISO 50.000.

A seção 3.2 traz os principais conceitos como requisito, desempenho energético, uso e consumo de energia, sistema de gestão de energia e como se dá melhoria contínua do SGE e do Desempenho Energético (DE). Também comenta sobre a aplicabilidade da norma nos mais variados tipos de organização.

Encerrando o capítulo, a seção 3.3 aborda o ciclo PDCA de implementação de um SGE e seus principais requisitos. É feita uma caracterização do PDCA, tanto teórica, quanto aplicada a um SGE. São apresentados os requisitos que promovem a melhoria do DE em cada etapa do ciclo.

3.1 VISÃO GERAL

As organizações que tem a energia elétrica como um dos principais insumos, trabalham com ações de eficiência energética pontuais e muitas vezes efêmeras. Isso reflete a típica cultura brasileira do “dar um jeitinho”. São condutas que visam o momento e que por consequência não se perpetuam por falta de uma sistematização da gestão de energia e assim perdem consistência e valor ao longo do tempo.

É preciso ir mais além e buscar mecanismo que promova os ganhos regulares e contínuos. É exatamente o caso da norma ABNT NBR ISO 50.001:2018, que tem o intuito de estabelecer sistemas e processos de melhora do desempenho energético. Diz-se na Introdução da norma que:

Esta Norma especifica os requisitos de um sistema de gestão da energia (SGE), sobre os quais uma organização pode desenvolver e implementar uma política energética, estabelecer objetivos, metas e planos de ação que considerem requisitos legais e informações relativas ao uso significativo de energia (ABNT, 2018, p.vi).

Conforme uma normatização de um SGE em uma indústria é implementado, uma cultura de gestão de energia é incorporada à empresa. Com um planejamento e um entendimento sistemático das atividades, ganha-se consistência nas ações. Juntando então a política energética com essa organização, surge o componente não mais efêmero, mas sim permanente de eficiência energética.

A melhor maneira de compreender esse contexto é considerar que atingindo os requisitos de implementação da norma, se alcançará a conformidade dos processos produtivos presentes. Esse conceito de conformidade diz que uma empresa possui um processo sistematizado, acompanhado, controlado e avaliado, atendendo a requisitos preestabelecidos por normas e custos.

“A ISO 50001 surge de modelos de sistemas de gestão já compreendidos e utilizados por organizações em todo o mundo, como o de qualidade (ABNT 9.001) e o ambiental (ABNT 14.001)” (ICA, 2016, p.6). Nesse sentido, é possível dizer que a aplicação de um SGE traz resultados diretos no consumo adequado de energia, isto é, na eficiência energética.

É preciso, porém, ir mais além dentro desse cenário. É exatamente o caso da competitividade industrial, em que o custo final do produto será reduzido; da segurança na disponibilidade desse suprimento já que haverá uma avaliação de perdas e desperdícios em processos não monitorados; e dos impactos ambientais, cuja norma permite um marketing em cima dos resultados.

Sendo assim a Norma traz uma proposta de “desempenho energético”. Ela traz proposições e requisitos que desenham o caminho de um SGE. Os preceitos e filosofias arraigados na norma servem não somente para o setor industrial, mas também por outros setores da economia quanto o comercial e residencial. Por isso o próprio nome estabelecido pela norma evidencia esse mecanismo – Sistema de Gestão de Energia (SGE).

A ISO 50.001:2018 é baseada em outras normas para sistemas de gestão, seguindo um parentesco principalmente com a ISO 9.001:2008 para gestão da qualidade; a ISO 14.001:2011 de gestão ambiental sustentável; da 22.000:2006 para segurança alimentar. Como toda outra norma ela pode ser usada para certificação, quanto para exames e análises internas da organização, tanto para qualquer tipo de energia utilizada.

A segunda edição da norma, publicada em 2018, vem para substituir a edição anterior publicada inicialmente em 2011, por meio de revisão técnica, aumentando seu poder de eficácia. A sua principal mudança é o seu novo alinhamento com os requisitos da ISO para normas de sistema de gestão. Isso possibilita combinar um SGE com outros Sistemas de Gestão, já compreendidos e utilizados por organizações em todo o mundo, como os citados anteriormente: de qualidade, ambiental e segurança alimentar (ABNT, 2018).

Esse diferencial da nova versão da ISO 50.001 de 2018 facilita à integração do SGE em organizações que já possuem Sistemas de Gestão implementados. Uma Política Energética, requisito fundamental da norma, pode ser adicionada à outras políticas já existentes e assim abrangida em um só documento de Política Organizacional.

Todas essas mudanças apresentadas no Quadro (1) levam em conta uma melhor integração com os processos de gestão estratégicos de uma empresa, já que o documento abrange um roteiro sistematizado de organização e controle de um Desempenho Energético. Deste modo, permite-se conhecer potencialidades, limitações, falhas e assim obter resultados mais consistentes.

Quadro 2 - Principais mudanças na Norma ISO 50.001:2018 em relação à primeira edição de 2011.

Principais Mudanças	Descrição
Estrutura do Documento	As seções se tornaram mais contextualizadas devido à nova estrutura de alto nível, que segue os moldes de outras normas.
Linguagem Padronizada	Núcleo de texto, termos e definições comuns às normas recorrentes da ISO para sistemas de gestão.
Linguagem Clarificada	Esclarecimento, atualização e inclusão de novas definições, junto à uma ordem de contexto para os termos e suas definições presentes na Seção 3 da Norma.
Alta Direção	Maior ênfase no papel da alta gerência, para orientar a mudança na cultura organizacional.
Aperfeiçoamento de Indicadores	Introdução ao conceito de normalização, detalhamento e esclarecimento dos indicadores, seguida de uma análise crítica.
Revisão Energética	Etapa mais importante do Planejamento com mais detalhes e esclarecimentos.
Plano de Coleta de Dados	Anteriormente chamado de Plano de Medição de Energia, traz detalhes adicionais criticamente importantes da coleta de dados e enfatizando a relevância dentro do papel estratégico.

Fonte: ABNT ISO 50.001:2018 (ABNT, 2018)

Essa visão estratégica relacionada à implantação de um SGE possibilita uma melhor adaptação ao mercado, seja competitivamente falando por meio de soluções econômicas, técnicas ou ambientais, ou no campo da inovação organizacional, financeira, de produtos e serviços.

A família ISO 50.000 é composta por 6 normas traduzidas para versão português. Elas são textos normativos adicionais focados em aspectos específicos do SGE descrito na norma base de número 50.001 com o intuito de facilitar o entendimento e dar suporte à aplicação da mesma.

Essas anexações da norma trazem detalhamentos dos principais componentes da 50.001 e especificam critérios para avaliação de conformidade em casos com objetivos de certificação. O Quadro (2) traz o resumo da aplicabilidade de cada uma das normas da família ISO 50.000.

Quadro 2 – A família da ISO 50.000 e seus aspectos específicos de aplicabilidade.

NÚMERO	FUNÇÃO	ASPECTOS ESPECÍFICOS
50.001	Metodologia do SGE	Especificação de Requisitos de um SGE
50.002	Diagnóstico Energético	Levantamento de dados e Identificação de oportunidades de melhoria
50.003	Auditoria do SGE	Verifica a implantação da Metodologia
50.004	Guia de implementação da 50.001	Fornece ajuda para usar a Metodologia
50.006	Medição e Indicadores	Identificação e dados necessários para construção de Indicadores de Desempenho Energético (IDE) e Linha de Base Energética (LBE)
50.015	Detalhamento da medição	Identificação de Dados e detalhamento de como medir

Fonte: Próprio autor (2019)

Um forte aspecto da norma é a quantificação das metas e objetivos no que toca ao seu desempenho energético permitindo mensurar custos de produção e buscar oportunidades de melhoria. Além do aspecto de eficiência energética e operacional, suas vantagens e benefícios são diversos, com reflexos positivos nos resultados financeiros, e na sustentabilidade das ações, com ganhos também em programas de redução de emissões de gases do efeito estufa.

A certificação da norma oferece um diferencial competitivo para a organização, não só devido à economia gerada e a maior vantagem competitiva. É importante salientar a imagem diferenciada pela empresa, que se certifica, carregar em sua marca o peso da sigla ISO. Isso agrega credibilidade junto a parceiros e clientes, já que as normas ISO são referência mundial em padrões de operação responsáveis e que buscam as melhores práticas e a excelência em serviços e produtos.

3.2 PRINCIPAIS CONCEITOS

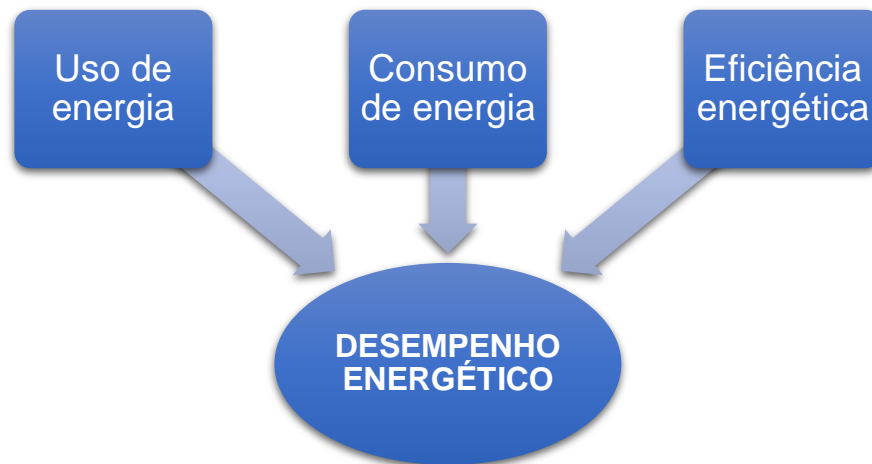
A norma define e estabelece uma estrutura de melhoria contínua que não existe nos casos tradicionais de controle de gasto de energia. Junto a essa sistematização, ela busca também preencher lacunas conceituais recorrentes das empresas e substituir o conceito de consumo por eficiência energética. Ela demonstra proposições e requisitos para se estabelecer um SGE, mas nada de maneira absoluta. É papel da organização interpretar e aplicar em sua política energética, a fim de atingir os critérios de conformidade de um SGE (ABNT, 2018).

Dentro de seu escopo ela especifica requisitos aplicáveis ao uso e consumo de energia, incluindo medição, documentação e comunicação, práticas de projeto e aquisição de equipamentos, sistemas, processos e pessoas que contribuem para o desempenho energético (ABNT, 2018, p.1).

De acordo com a norma ISO 50.001, Requisito é “necessidade ou expectativa que é declarada, geralmente implícita ou obrigatória” (ABNT, p.3, 2018). Pode ser entendido como um anseio ou interesse que é evidente e que se demonstra habitual e de praxe para a organização e as partes interessadas, podendo estar explícito ou implícito. De maneira dual, do ponto de vista do produto e do processo, são as propriedades (produto) e as atividades (processo) necessárias para atender a conformidade, no caso do SGE e da melhoria contínua do DE.

O Desempenho Energético (DE) é o elemento-chave que diferencia a ISO 50.001 de outros sistemas de gestão. Está integrado aos demais conceitos da norma devido às medições comparáveis ao longo do tempo, dando objetividade ao SGE. Ele se relaciona ao uso, consumo e eficiência de energia, como mostrado na Fig. (5), por meio de resultados mensuráveis através dos Indicadores de Desempenho Energético (IDE) e a Linha de Base Energética (LBE) (ICA, 2016).

Figura 1 - Relação entre Desempenho Energético e uso, consumo e eficiência de energia.



Fonte: Próprio autor (2019)

Esses resultados permitem a demonstração da melhoria do DE em relação aos objetivos, metas energéticas e outros requisitos de desempenho energético da organização, se tornando um componente de desempenho do SGE, o que é um requisito particularmente relevante e exclusivo da ISO 50.001.

Um sistema de gestão é definido no Capítulo 3, no item 3.2.1 da ISO 50.001 como:

[...] conjunto de elementos inter-relacionados ou interativos de uma organização, para estabelecer políticas, objetivos e processos para alcançar estes objetivos. [...] Os elementos do sistema incluem a estrutura organizacional, papéis e responsabilidades, planejamento e operação (ABNT, p.2, 2018).

Para um SGE, a definição dos processos necessários dos elementos associados entre si para alcance dos objetivos, deve estabelecer, implementar, manter e melhorar continuamente o DE e o SGE, estruturado e consistente, vinculado ao funcionamento das atividades da organização, incluindo seus processos e interações de acordo com os requisitos da ISO 50.001 (ICA, 2016).

A melhoria contínua é trazida como um requisito de implementação da norma. É objetivamente definida por “atividade recorrente para aumentar o desempenho” (ABNT, p.7, 2018). Esse conceito está diretamente atrelado à melhoria contínua não só do SGE, mas também ao DE. Segundo PINTO (p.65, 2014):

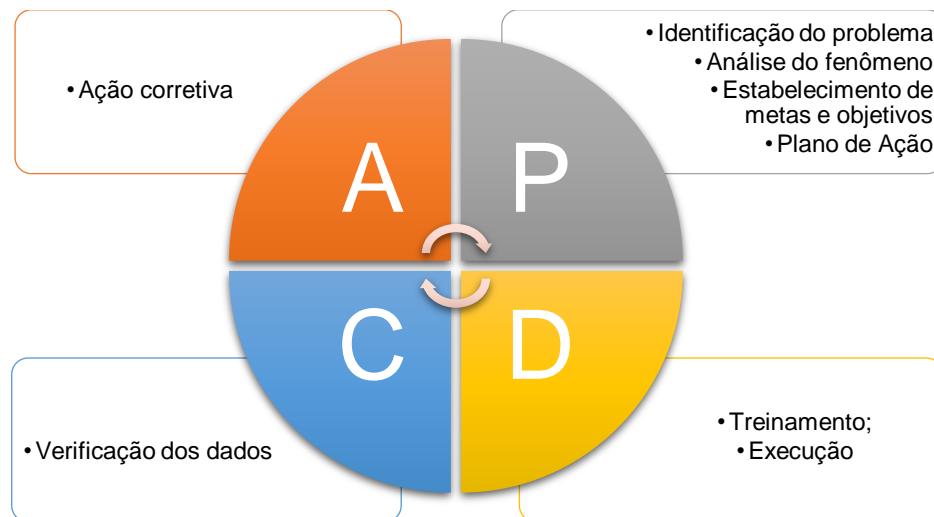
O termo “melhoria contínua” é, do mesmo modo, aplicado nas normas ISO 9001 e ISO 14001 referenciando-se ao sistema de gestão. Nesta Norma, contudo, a melhoria contínua se refere não só ao sistema de gestão, mas também ao DE, e sendo assim este deve também apresentar melhoria a cada ciclo.

A aplicabilidade da norma envolve qualquer organização pois se adapta aos requisitos específicos da organização. Também é aplicável independentemente da quantidade, uso ou tipos de energia consumidas. Pode ser usada independentemente ou alinhada a outros sistemas de gestão. O pragmatismo da norma e abordagem sistêmica do ponto de vista financeiro, ambiental, qualidade, segurança e etc., ao ser implementada, acaba permitindo uma alta integração da gestão de energia com as práticas de negócio, tanto para o empresário, quanto para a sociedade.

3.3 O CICLO PDCA E SEUS PRINCIPAIS REQUISITOS

Para criar esse cenário de abordagem sistêmica e de estabelecimento de variáveis que afetam esse desempenho energético, usa-se os requisitos para a promoção de um ciclo, apresentado na Fig. (6) consistido em: planejamento, implementação, manutenção e melhoria. Esses são os quatro tópicos de um SGE, do qual a norma se baseia, chamado ciclo PDCA, acrescentado de uma etapa precedente de contextualização e preparação de implementação.

Figura 2 - O ciclo PDCA teórico.



Fonte: SELEME (2019)

O nome PDCA é uma abreviação em inglês para plan, do, check, act, cuja cada letra significa em português, em ordem, planejar, fazer, verificar e agir. Esse ciclo é um dos elementos mais difundidos em gestão da qualidade nas organizações e é um método direcionado à melhoria contínua. Sua aplicabilidade não se limita a uma utilização no processo, sendo possível controlar e melhorar os processos e produtos

reiniciando o ciclo de forma contínua. A caracterização teórica das etapas do ciclo PDCA se encontra no Quadro (3) (ALVES, 2015).

Quadro 3 – Caracterização teórica das etapas do Ciclo PDCA.

Etapa do Ciclo PDCA	Caracterização
PLAN (planejamento)	Nesta fase seleciona-se um processo ou sistema e inicia a definição de um plano. A identificação do problema, análise do fenômeno, estabelecimento de meta e um plano de ação são tópicos trabalhados nessa etapa.
DO (fazer)	É a execução das atividades estabelecidas no planejamento para atingir o objetivo. Durante a divulgação dos planos de ações, os envolvidos são treinados nos métodos empregados para poderem executar as atividades necessárias.
CHECK (verificar)	É a coleta dos dados e números obtidos e a apuração dos resultados alcançados. A verificação dos efeitos do plano de ação que promovem uma identificação de erros e falhas que persistem.
ACT (agir)	De acordo com a avaliação de falhas da etapa anterior, esse estágio do ciclo é caracterizado pela realização de ações corretivas. Essa fase é responsável por reiniciar o ciclo levando ao processo de melhoria contínua.

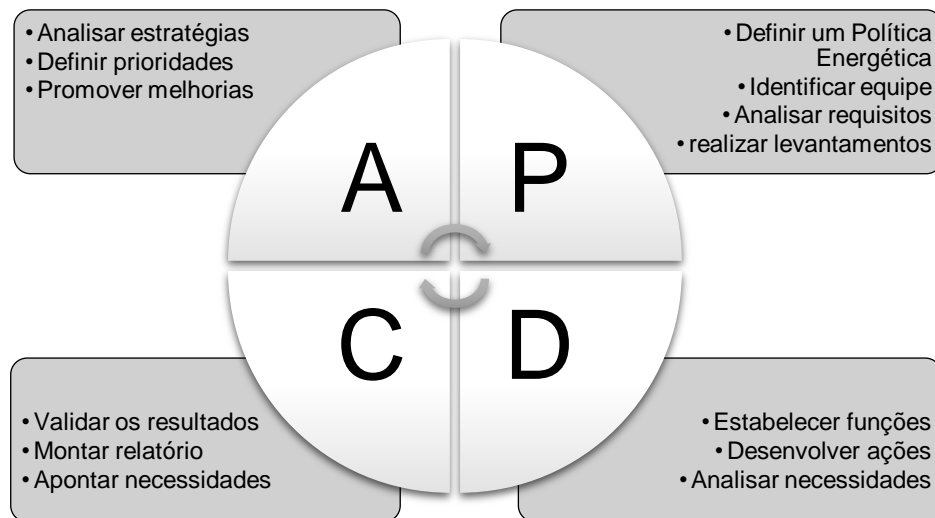
Fonte: (ALVES, 2015)

Sendo assim, o ciclo PDCA funciona como o alicerce de um SGE porque permite, por meio de análise cíclica, reavaliações do processo. Portanto é uma estrutura que atende o requisito de melhoria contínua do SGE e está atrelada à melhoria dos resultados de DE. É um método simples, eficaz e focado no resultado. No contexto da ISO 50.001, que é onde se encontra o escopo desse estudo, a abordagem pode ser compreendida pela caracterização das suas etapas apresentadas no Quadro (4).

Quadro 4 – Caracterização das etapas do Ciclo PDCA aplicadas ao SGE.

Etapa do Ciclo PDCA	Caracterização
PLAN (planejamento)	Definição de uma política energética por parte da organização seguida de um levantamento dos requisitos necessários para implementação de um SGE, caracterizando um Planejamento energético.
DO (fazer)	Após a criação do planejamento, tendo agora um plano de ação, atuar na implementação do mesmo com seus responsáveis seguindo seus cronogramas.
CHECK (verificar)	Monitorar e mensurar os procedimentos e processos do SGE para validar os dados e depois relata-los.
ACT (agir)	Analisar os resultados, definir prioridades e tomar ações que promovam melhoria contínua do SGE.

Fonte: ABNT ISO 50.001:2018 (ABNT, 2018)

Figura 3 - O ciclo PDCA aplicado a um SGE

Fonte: Guia para aplicação da norma ABNT NBR ISO 50001 - Gestão de Energia (ICA, 2016)

O ciclo PDCA aplicado ao SGE como mostrado na Fig. (7) se integra a estrutura sequencial da Norma ISO 50.001 de 2018, de acordo com a sucessão de requisitos apresentados em ordem de implantação. Inicialmente e fora do ciclo, a norma apresenta requisitos de Contextualização e Liderança, como preparação para entrar no PDCA referente ao SGE e em seguida, a etapa de planejamento. O que no ciclo teórico é chamado de Fazer e Verificar, correspondentes às letras D e C, a norma

chama de Operação e Monitoramento. Por último, o Agir equivale a Melhoria. A Fig. (8) apresenta os principais requisitos de cada etapa do ciclo PDCA aplicado ao SGE.

Figura 4 - Principais requisitos de implantação da Norma ISO 50.001



Fonte: ABNT ISO 50.001:2018 (ABNT, 2018)

Nos capítulos posteriores serão trabalhados, principalmente, os requisitos de Planejamento e Operação. Neles se concentram as principais ações de implementação de um SGE. Dentro da etapa de operação mostrada acima, outros requisitos serão apresentados com o nome de Apoio, trabalhando questões de competência, comunicação e conscientização importantes para efetivação de um SGE.

4 OS ESTUDOS DE CASOS

Os casos a serem estudados são organizações industriais cujo contexto está inserido na implementação de um SGE baseado na Norma ISO 50.001. A informação relevante a ser coletada sobre cada caso consiste nos requisitos do ciclo PDCA de efetivação do SGE com a proposta de demonstrar como essas empresas conseguiram melhorar seu DE.

Os casos estão delimitados ao escopo do SGE. Os dados que serão colhidos são aqueles dentro das fronteiras e aplicabilidade da implantação do sistema de gestão em casa organização. O limite temporal se encontra entre a fase inicial de planejamento e a final de análise presente no ciclo PDCA.

As empresas WEG e General Motors (GM) foram escolhidas, pois, atendem aos critérios de coleta e análise de dados estabelecidos na metodologia. Também foram selecionadas por, dentro das opções, serem as que mais possuíam dados disponíveis para o método de exploração do estudo de caso, junto com sua capacidade de generalizar às proposições teóricas para promover uma possível replicação teórica (YIN, 2015).

A fonte dos casos que compõem a pesquisa e o referencial é essencialmente a documentação. Essa informação está disponível nas publicações do site Instituto Brasileiro do Cobre (Procobre), na categoria Gestão de Energia. São estudos formais que consistem em apresentar algumas informações sobre como cada organização implementou os requisitos da Norma ISO 50.001. Essa iniciativa contou com a participação da International Copper Association (ICA), a Eletrobrás e o Senai e tem o objetivo de fomentar a adoção de um SGE baseado na Norma ISO 50.001 na indústria brasileira, justificado por seu grande potencial em eficiência energética, dado seu alto consumo e ao uso de diferentes fontes de energia em diferentes processos.

A seleção dos dados é exclusiva da pesquisa documental com base nos textos relativos as ações implementadas pelas empresas da WEG e da General Motors. Confia-se nos dados disponíveis para o intuito de exploração, isto é, uma investigação menos rigorosa com objetivo de aumentar a familiaridade com o fenômeno de estudo, pois as publicações oficiais do Procobre possuem conteúdo estáveis, podendo ser revisto a qualquer momento; discretos, não criados em função do estudo de caso presente, mas por uma motivação que engloba o sistema industrial brasileiro; exatos, com detalhes precisos e um cobertura satisfatória dos eventos (YIN, 2015).

As informações obtidas a partir de publicações feitas em órgãos de classe divulgados pelas empresas parceiras. Mesmo tendo limitações de fontes de dados, o trabalho foi feito dentro das limitações encontradas e não limitado por elas.

4.1 CASO WEG

A WEG Equipamentos Elétricos S.A. é uma empresa brasileira fundada na cidade de Jaraguá do Sul, Santa Catarina, no ano de 1961 e hoje ostenta a posição de ser uma das maiores fabricantes de equipamentos elétricos do Brasil e do mundo. Possui parques fabris em 12 países, filiais comerciais em 29 países e distribuidoras e redes de assistência técnica espalhadas em mais de 120 países com mais de 30 mil colaboradores e mais de 3.000 engenheiros (WEG, 2019; WEG, 2018b).

A WEG é uma empresa que trabalha com soluções com máquinas elétricas e automação para a indústria e sistemas de energia e possui um faturamento anual em 2018 de R\$ 11,9 bilhões. Suas áreas de atuação são fabricação de motores desde comerciais, residenciais à industriais; sistemas de automação; geração de energia; transmissão e distribuição de energia; tintas especiais. Possui um portfólio com mais de 460 linhas de produtos cujos principais incluem componentes eletroeletrônicos, geradores e motores elétricos, transformadores e subestações, turbinas a vapor, etc. (WEG, 2019; WEG, 2018a).

A unidade certificada da WEG em Jaraguá do Sul foi o Parque Fabril VII para produção de motores elétricos trifásicos e ensaio de motores. Ao avaliar o consumo de energia, segundo o estudo de caso escolhido como bibliografia, no ano de 2011, antes de implementar a norma ISO 50.001, verificou-se que eram utilizados 85% de eletricidade e 13% de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) (ICA, 2016).

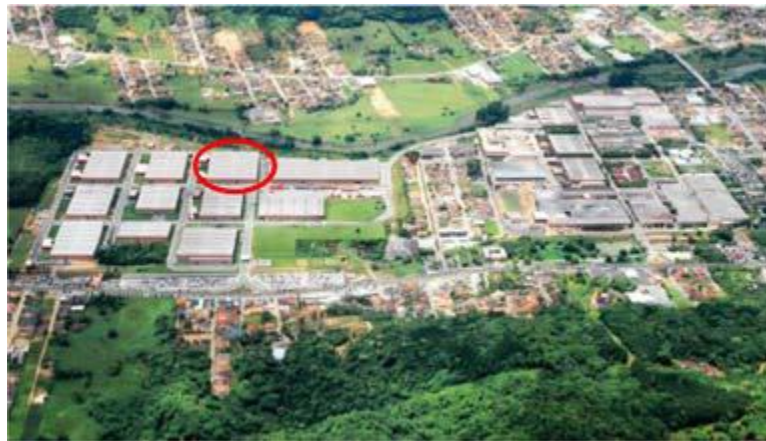
O SGE implantado de forma piloto em uma das fábricas de motores elétricos do parque fabril em Jaraguá do Sul (SC) foi desenvolvido imediatamente após a publicação da norma em junho de 2011 e foi certificado pela *Bureau Veritas Certification* já em dezembro do mesmo ano. A importância dada ao tema reflete e no fato de que a empresa foi a primeira no setor eletroeletrônico brasileiro a obter a certificação ABNT NBR ISO 50001 de seu SGE.

A definição de um projeto piloto antes da expansão para mais unidades de fabricação ocorreu por conta da complexidade de implantação e a diversidade de processos apresentadas ao se analisar a unidade de fabricação inteira. Assim definiu-se estrategicamente uma fronteira de aplicação baseada no consumo mensal e na

possibilidade de multiplicação. A escolha pela fábrica VII deu-se pelo seu maior consumo de energia em relação às outras escolhidas para análise (WEG, 2015).

A unidade fabril VII, ou simplesmente Fábrica VII, é responsável pela produção de motores elétricos trifásicos com potências que variam entre 175 e 2250 cavalos-vapor (cv). Nesta unidade também são ensaiados motores trifásicos de potências entre 150 e 2250 cv. Em 2015, a Fábrica VII produziu 6.483 motores.

Figura 5: Unidade fabril VII da WEG, Jaraguá do Sul, como escopo e limite do SGE.



Fonte: Guia para aplicação da norma ABNT NBR ISO 50.001 - Gestão de Energia (ICA, p. 20, 2016).

Na Fig. (5) o círculo vermelho indica a unidade fabril VII. A alta direção, mesmo contando com outras unidades preferiu inicialmente a implantação somente em uma delas. Essa unidade funcionou como aprendizado e guia para a expansão para as demais plantas do parque fabril.

A estrutura do SGE na WEG obedeceu a um seguinte fluxo de implantação, iniciando poucos meses após a publicação da ISO 50.001 no Brasil, ainda em 2011. O primeiro passo foi a definição de uma área piloto com escopo e fronteiras e em seguida a elaboração e aprovação de uma proposta de projeto para a Alta Direção da empresa (ICA, 2016).

As atividades práticas de implementação do SGE iniciaram após o consentimento formal da gestão e se estendeu por dois meses. Já mesmo no final de 2011 a WEG possuía um SGE operacional, conseguindo o selo de certificação ISO 50.001 pelo *Bureau Veritas* (ICA, 2016).

4.2 CASO GM

A General Motors Company é uma multinacional conhecida mundialmente como GM, foi fundada em 1908, em Detroit, Estados Unidos, historicamente e atualmente sempre foi uma das maiores marcas de veículos do mundo. Ela possui 12 marcas de automóveis espalhadas pelo mundo como Chevrolet, Cadillac, GMC, etc., fábricas em 37 países, empregando mais de 212.000 pessoas e faz negócios em mais de 140 países (GM, 2019a).

A General Motors do Brasil atua na venda de veículos no país por meio da marca Chevrolet. Sua fundação foi em 1925 e em 2019 conta com três Complexos Industriais no país: São Caetano do Sul (sede) e São José dos Campos, ambos em São Paulo, e em Gravataí, uma das mais modernas fábricas da companhia no mundo inteiro. Existem também unidades em Joinville (produção de motores e cabeçotes de alumínio), Mogi das Cruzes (produção de componentes estampados), Sorocaba (Centro Logístico Chevrolet) e Indaiatuba (Campo de Provas), todas em SP, além de um Centro Tecnológico, em São Caetano do Sul (SP), com capacidade para desenvolvimento completo de novos veículos. A subsidiária brasileira é um dos cinco centros mundiais na criação e desenvolvimento de veículos (ICA, 2016).

As unidades certificadas da GM do Brasil pela ISO 50.001 foram em Mogi das Cruzes (2014) e Gravataí (2015). Em 2015, segundo o estudo de caso usado como bibliografia no trabalho, a unidade paulista contava com quase 600 funcionários e é responsável por suportar a produção de São Caetano do Sul e de São José dos Campos. Já a unidade gaúcha com cerca de 2.500, é responsável pela produção dos modelos Onix e Prisma. Suas principais fontes de energia são Eletricidade, GLP e Gás Natural (ICA, 2016).

A Chevrolet está em seu melhor momento como marca em seus 94 anos de atividades no Brasil. Iniciou o ano de 2016 com o número histórico de 14,5 milhões de veículos produzidos no país. Fechou 2018 na liderança pelo terceiro ano consecutivo com 434,3 mil veículos emplacados e quase 18% de participação considerando os automóveis de passeio e comerciais leves, números que simbolizam um marco expressivo no contexto industrial e principalmente do setor automotivo nacional (GM, 2019a; ICA, 2016).

A GM do Brasil teve seus principais motivos com a implantação da norma ISO 50.001: sustentabilidade, eficiência energética, redução de custos, redução de emissões de gases do efeito estufa. O compromisso assumido foi reconhecido à nível

global em que a fábrica de Gravataí e mais treze unidades da General Motors em todo mundo superaram o desafio de economia de energia elétrica para indústrias da agência de proteção ambiental norte-americana, chamada Energy Star. Já as fábricas da General Motors do Brasil de São Caetano do Sul e de Joinville foram reconhecidas pela *Wildlife Habitat Council* (WHC), organização internacional sem fins lucrativos dedicada à conservação da natureza (ICA, 2016; GM, 2019b).

A eficiência energética carrega forte importância para seu negócio. Em 2014, foi anunciado pela GM do Brasil o maior investimento no país para um período de 5 anos, no valor de R\$ 13 bilhões até 2019. Tal montante será aplicado segundo o estudo de caso bibliográfico apresentado no Guia de implementação da ISO 50.001 (p.69, 2016) “[...] no desenvolvimento de novos produtos, na atualização da linha de veículos e no desenvolvimento de tecnologias ligadas à eficiência energética e conectividade.”

As partes interessadas envolvidas na implantação e apresentadas no estudo de caso do Guia de Implementação da norma elaborado pelo ICA, apontam que desde 2005, o Departamento de Energia e Utilidade para a General Motors South America (GMSA) como uma das principais partes que afetam o processo de implantação da norma. Esse departamento, sediado em São Caetano do Sul, funciona como um centro de serviços integrado por profissionais de múltiplas formações interagindo com cada planta por meio de um representante local denominado *Site Utility Representative*. Eles são responsabilizados por assegurar a eficiência energética e a sustentabilidade das instalações da GM de acordo com as necessidades de cada planta na América do Sul (ICA, 2016).

O Estudo de Caso analisado não apresenta as definições de escopo e fronteiras de nenhuma das unidades da General Motors South America. Apenas é citado a cronologia de definições de quais plantas receberiam o SGE. Em 2011, assim que lançada a norma, buscou-se uma planta piloto para o processo de certificação e em 2012 foi escolhida a unidade de Rosário, na Argentina em função da grande interação entre as diversas etapas do seu processo de produção. Com a certificação obtida pela planta piloto, foi expandido em 2013 para as fábricas e Mogi das Cruzes e Quito – Equador, com suas certificações conquistadas em 2014. Já Gravataí adquiriu em 2015 e São Caetano iniciou em 2016 (ICA, 2016).

O Guia cita que em 2014 a planta de Rosário iniciou um processo de certificação e a área expandida foi inclusa nas fronteiras do SGE, modificando seus

limites. Subentende-se que o escopo do SGE englobava as fábricas por completo (ICA, 2016).

Por último, a GM do Brasil incluiu um comprometimento em cumprir com requisitos legais e outros requisitos relacionados à eficiência energética das partes interessadas, como o governo por meio de leis e normas, e a sociedade com o respeito ao meio ambiente e boa comunicação com a comunidade.

5 DETALHAMENTO DA METODOLOGIA

O Estudo de Caso, de caráter exploratório, pretende explorar e ilustrar o cumprimento de requisitos da Norma ISO 50.001 e a efetivação de um SGE, nos casos selecionados, a fim de desenvolver teorias genéricas de redução do consumo de energia em indústrias. O seu foco é investigar e entender as ações tomadas pelas organizações de acordo com os pressupostos teóricos, indicados principalmente pela norma, e como consequência, recomendar uma possível lógica de replicação de resultados para estudos futuros.

O Estudo de Caso envolve unidades de análise em mais de um nível, isto é, requisitos dentro de requisitos, e que foram selecionadas de acordo com a amostragem dos casos, se classificando como integrado, pois essa abordagem permite um exame detalhado do fenômeno operacional de implantação (passo a passo) dos vários requisitos da ISO 50.001 em cada caso.

As unidades de análise são os requisitos citados na norma para efetivação do SGE, pois funcionam como parâmetros do processo de implantação, refletindo o problema de pesquisa e direcionando a evidência a ser procurada, por meio das suas proposições teóricas, tendo como base o ciclo PDCA. Pode ser entendido como requisitos globais, as etapas do ciclo PDCA. Os requisitos de cada etapa podem ser compreendidos como subunidades de análise, de acordo com a definição citada anteriormente de um estudo de caso integrado. Sendo assim, serão utilizadas como variáveis de análise os seguintes requisitos apresentados no Quadro (5).

Quadro 5 - Requisitos de implantação de um SGE trabalhados no estudo de caso.

Requisitos Globais ou Unidades de Análise Globais	Requisitos por Etapas ou Subunidades de análise
Planejamento	Revisão Energética IDE & LBE Objetivos e Metas Energéticas
Apoio	Competência Conscientização Comunicação
Operação	Controle Operacional Projeto Aquisições

Fonte: Próprio Autor (2019)

No referido estudo, não serão abordados todos os requisitos e todas as etapas de efetivação de um SGE. Isso se deve à extensão de informações e a disponibilidade dos dados. Os requisitos apresentados no Quadro (5) são os principais para ilustrar

como se dá a implementação de SGE. São questões que tratam o início da construção de um ambiente adaptado aquilo que a Norma ISO 50.001 propõe. Valeria a pena colocar todos e falar quais serão trabalhados e quais os critérios que foram utilizados para escolha.

A coleta de dados segue um protocolo que é embasado pelas questões e proposições teóricas refletidas nas unidades de análise, apresentado na seção específica 5.1 deste capítulo. O Protocolo é um conjunto de perguntas relevantes que direciona a busca da evidência e que serve de instrumento de execução do estudo de caso. Os questionamentos foram feitos com base nas metas a serem alcançadas pelas empresas em estudo.

Para a análise dos dados, uma estratégia analítica foi escolhida e seu nome é Síntese Cruzada de Dados. Ela será feita por meio do cruzamento de informações de uma unidade de análise (requisito) específica, dos casos presentes. Esse cruzamento de dados similares proporcionará a criação de uma categoria de evidência para cada requisito. Ao promover a iteração desse processo para todas as unidades de análise, a finalidade é criar uma Matriz de Categorias de Requisitos para sinalizar como cada caso (organização) cumpriu determinado requisito da norma.

Já o método de interpretação dos resultados será feito com base em uma generalização analítica dos resultados, isto é, uma demonstração dos achados empíricos sobre os princípios teóricos. Os produtos da síntese cruzada de dados, em forma de categoria, serão manuseados a fim de criar uma combinação em forma de ciclo que caracteriza a sequência do processo de implantação dos requisitos, ou o próprio ciclo PDCA. O objetivo é validar a teoria inicial do ciclo PDCA, proposto pela norma ISO 50.001, para efetivação de um SGE, por meio de uma comparação de fluxogramas teóricos e empíricos.

Essa validação da teoria inicial por meio dos resultados práticos de cada organização permitirá uma futura replicação do estudo de caso para outras organizações interessadas em implementar um SGE seguindo as orientações da Norma ISO 50.001.

O banco de dados do estudo de caso não contemplou uma descrição ou explicação, apenas uma indicação do que foi feito para cumprir com determinado requisito. Essa ausência de detalhamento de dados, principalmente para as etapas de avaliação de desempenho e melhoria, mostrou deficiências inerentes ao projeto de estudo de caso e interferiram na análise das evidências e interpretação dos

resultados. O caso GM não possui informações relevantes de seus resultados e foi desconsiderado da interpretação de resultados. Entretanto, ele conta com dados e evidências substanciais para a exploração dos cumprimentos de requisitos das etapas de planejamento, apoio e operação, fazendo parte da composição da Matriz de Categorias de Requisitos.

5.1 METODOLOGIA DE COLETA DE DADOS

Os dados disponíveis e referentes as unidades de análise do estudo de caso presente possuem uma abordagem qualitativa. Há uma limitação em relação a evidência quantitativa devido ao tipo de variável analisada. Os requisitos analisados possuem definições de cunho declaratório, e não numéricos. Entretanto, na etapa de avaliação de desempenho e melhoria contínua, alguns dados quantitativos serão apresentados e analisados do ponto de vista de resultados.

Para tratar esses dados qualitativos, a metodologia de coleta de dados se dará pela criação de um Protocolo de Estudo de Caso, funcionando como um plano de coleta de dados. É composto por um conjunto de questionamentos que direciona a busca da evidência.

O Protocolo de Estudo de Caso é o instrumento de execução do estudo de caso. Ele é embasado por questões e proposições teóricas discutidas em cada requisito, refletidas nas unidades de análise. Essa metodologia orienta o pesquisador na realização da coleta de dados, pois aumenta o foco da linha de investigação sobre o tópico analisado (YIN, 2015).

O foco do protocolo são as questões, não as respostas. Espera-se que os dados coletados sigam o tipo de evidência esperada e que possa atender às necessidades dos assuntos que estão sendo cobertos. São perguntas para se obter a informação que necessita ser coletada. Sabido dessa situação, um protocolo funciona como roteiro que antecipa e orienta, explicitamente, as questões que refletem a linha de investigação (YIN, 2015).

Respaldado no problema de pesquisa, as questões do protocolo seguem a proposta da questão de pesquisa, e, se fundamentam em induzir como e porque determinado requisito (unidade de análise), ao ser cumprido, efetiva um sistema de gestão de energia e melhora o desempenho energético em indústrias.

As questões do protocolo seguem a mesma finalidade da questão de pesquisa, aplicada à unidade de análise correspondente estudada na relativa proposição teórica.

Se o problema de pesquisa indaga “como o cumprimento de requisitos da Norma ISO 50.001 e a efetivação de um SGE podem melhorar DE nas indústrias”, as questões de protocolo averiguam “Como a organização trabalhou o requisito de (...)?”

Cada capítulo direcionado a trabalhar determinado requisito terá seu protocolo específico. Por exemplo, o capítulo de Planejamento (6), possui uma série de questões de protocolo pertinentes aos seus aspectos teóricos, apresentado em seção específica (6.2) chamada “Dados e Evidências”. No capítulo de Apoio (7) e Operação (8), um conjunto de perguntas é feito direcionado aquilo que cada um corresponde, retratado também em seção específica (7.2 e 8.2).

5.2 METODOLOGIA DE ANÁLISE DE DADOS

A análise dos dados consiste numa categorização da evidência para produzir achados sustentados pelas proposições teóricas. Essa é uma estratégia analítica e objetiva analisar como cada organização cumpriu os requisitos determinados na Norma ISO 50.001 para demonstrar a eficácia de seu SGE e a melhoria do seu DE.

A abordagem analítica é um método indutivo de investigação e possui poucas fórmulas fixas ou receitas prontas para análise. Ela conta principalmente com o próprio estilo de raciocínio empírico do pesquisador, atrelado a evidência suficiente e as interpretações alternativas consideradas. As ferramentas existentes ajudam de maneira mais efetiva se o pesquisador possuir uma linha de raciocínio pré-definida (YIN, 2015).

Por ser um estudo de caso exploratório, a estratégia analítica de análise de dados iniciou-se na busca de um agrupamento de conceitos semelhantes enquanto se manipulava os dados dos casos presentes. Ao analisar as ações das empresas para efetivação de um SGE, observou-se que determinadas ações se enquadravam em certos requisitos. A cada momento em que era encontrado padrões entre os dados dos casos, criava-se uma categoria de evidência correspondente a esses requisitos.

Ao mapear o perfil de cada caso, essa organização dos padrões dos dados permitiu a criação de uma Matriz de Categorias de Requisitos. Essa abordagem analítica sintetiza esse conjunto de informações, ou seja, é uma técnica de síntese de pesquisa (YIN, 2015).

Após essa síntese de dados, a análise parte para o cruzamento dos dados dos casos estudados. Isso significa que será comparado os dados de uma unidade de

análise escolhida, entre os casos WEG e GM. Esse passo a passo estabelece a metodologia de análise de dados proposta no estudo, a Síntese Cruzada de Dados.

A Categorização seguida de um cruzamento de casos permite dizer se casos diferentes podem compartilhar perfis semelhantes e se podem ser considerados replicações do mesmo “tipo” de caso geral. Se os perfis forem suficientemente diferentes, considera casos contrastantes (YIN, 2015).

A condução de uma síntese cruzada de dados explora se os casos sendo estudados replicaram ou contrastaram uns em relação aos outros. No caso desse estudo de caso, a evidência será analisada em relação às proposições teóricas. Portanto, as descobertas dos casos serão comparadas com a teoria da Norma ISO 50.001 com o intuito de observar se houve uma replicação literal, em outras palavras, se os casos selecionados podem prever resultados semelhantes de acordo com a teoria.

A análise dos dados é apresentada no capítulo 9, em que é mostrado a Matriz de Categorias para comparação dos perfis dos casos com a teoria e se encontra imediatamente após os capítulos que são trabalhados aspectos teóricos e a coleta de dados dos requisitos globais de planejamento, apoio e operação.

5.3 CRITÉRIOS DE INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS

O propósito da estratégia analítica é ligar os dados do estudo de caso a conceitos de interesse, para que esses forneçam uma orientação na análise dos dados e também, na interpretação de resultados. Sendo assim, como as proposições teóricas deram origem ao Protocolo de Estudo de Caso e a Matriz de Categorias, ela também fundamentará a interpretação de resultados, pelo método da Generalização Analítica (YIN, 2015).

A teoria auxilia na generalização de resultados e na lição aprendida no estudo de caso, dando uma significância maior ao caso e a própria teoria. A generalização analítica pode validar, remodelar, recusar ou melhorar as proposições iniciais. Consiste em uma cuidadosa declaração de preceitos e lógicas que acredite ser aplicável a outras situações concretas e não apenas com a teoria abstrata (YIN, 2015).

Com uma suposta validação da teoria inicial pelos resultados dos casos selecionados, acarretada pela generalização analítica, a prioridade seria replicar esse achado para pesquisas subsequentes. Alcançar uma lógica de replicação, indica que

as proposições teóricas iniciais estarão fundamentadas e podem ser suficientes para convencer o leitor do fenômeno geral (YIN, 2015).

A lógica de replicação aplicada será a constatação da teoria de cumprimento de requisitos da Norma ISO 50.001 e efetivação de um SGE para melhoria do DE em uma indústria por meio da comparação dos passos sequenciais das ações dos casos estudados com o ciclo PDCA teórico de implantação de um SGE proposto pela norma.

Essa lógica de replicação fundamentará os critérios de interpretação dos resultados do estudo de caso e será apresentada no capítulo 10, após os aspectos teóricos de cada requisito, o protocolo de coleta de dados e a síntese cruzada de dados.

6 PLANEJAMENTO

O planejamento como requisito de implantação do SGE objetiva conhecer os aspectos históricos e atuais de uso e consumo de energia, por meio da identificação dos tipos de energia utilizados e a relevância de cada tipo no consumo total. É um requisito que define bases de medição para analisar as melhorias a serem implementadas.

Esse detalhamento de processos reflete nos requisitos trabalhados nessa etapa, tais como a revisão energética; a definição dos IDEs e da LBE; o estabelecimento de objetivos e metas energéticas. São apresentadas subunidades de análise que são outras definições dentro das unidades mais amplas. São exemplos de subunidades de análise os Usos Significativos de Energia (USE) por extenso, primeira vez e suas variáveis relevantes; e a normalização de variáveis.

Os levantamentos das condições de uso e consumo dessa fase permitem identificar oportunidades de melhoria nos processos e atividades do SGE e do DE, a serem desenvolvidas em requisitos posteriores.

6.1 ASPECTOS TEÓRICOS

A revisão energética é considerada a principal etapa do planejamento. É uma sequência de ações que avalia o DE. A equipe do SGE elabora uma análise sistemática do uso e consumo da energia dentro do escopo estabelecido para o SGE, com o intuito de conhecer os sistemas energéticos existentes. Essa revisão é utilizada como suporte e orientação para as demais atividades, tais como identificar ações para abordar riscos e oportunidades, como os detalhes e incertezas de uso da energia e falhas encontradas.

No início da revisão energética a organização deve realizar um levantamento do uso e consumo, passado e atual, de todas as formas de energia presentes dentro dos limites do SGE. Pode ser elaborado, por exemplo, uma lista de motores e outros equipamentos com seus respectivos dados.

Com base nessa análise, a organização deve identificar os Usos Significativos de Energia (USE), que podem ser instalações, sistemas, processos ou equipamentos com consumos substanciais de energia e/ou que apresentem potencial considerável para melhoria do DE. Os critérios de significância dos USEs são arbitrados pela organização.

Em seguida, para cada USE, a organização deve determinar as variáveis relevantes, que são parâmetros mensuráveis que impactam e podem alterar seu DE, como nível de produção, condições de operação e manutenção de máquinas, condições climáticas, etc.

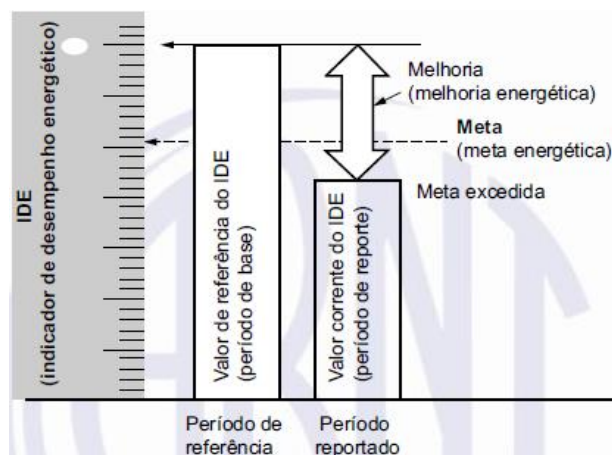
Finalmente, após análise crítica das atividades e processos que podem afetar o DE, a organização deve determinar e priorizar oportunidades de melhoria contínua do DE e do SGE. A priorização pode estar ligada ao potencial de redução de consumo, ao investimento ou até a dificuldade de implementação.

A observação de sistemas energéticos como calor de processo, ar comprimido, refrigeração, iluminação, etc., ao invés de equipamentos isolados, oferece mais oportunidades de economia de energia, sendo uma estratégia interessante para a organização. Essas oportunidades podem ser aplicadas em novas tecnologias, mudanças na operação e um novo dimensionamento de uso e consumo de energia do USE (ICA, 2016).

Após levantar o histórico de consumo de energia, identificar os USEs e suas variáveis relevantes, e encontrar oportunidades de melhorias dentro do escopo do SGE, com base nessas informações, será possível definir as bases de medição, monitoramento e análise do DE, por meio da criação das LBE e dos IDE.

Um IDE pode ser entendido como uma régua usada para comparar o desempenho energético antes (período de base) e depois (período de reporte) da implementação dos planos de ação. A diferença entre o valor de referência (antes) e o valor corrente (depois) é uma medida de mudança no DE. Se o valor reportado diminuir, por meio de alguma intervenção no SGE, pode ser reconhecido como uma melhoria. Uma representação dessa comparação pode ser encontrada na Fig. (6).

Figura 6 – Comparação de valores de um IDE no período base e de reporte.



Fonte: ABNT NBR ISO 50.001:2018 (ABNT, 2018)

Os IDES devem ser definidos na fase de planejamento para permitir que a organização monitore, compare e analise o uso, consumo e eficiência de energia, e assim, por meio desses indicadores, demonstrar a melhoria do DE. Esses dados são oriundos das variáveis relevantes e devem ser escolhidos pontualmente para fornecerem um entendimento e uma análise real de desempenho sobre os USEs.

Existe um cuidado a se tomar na definição de um IDE. O indicador deve refletir efetivamente o DE do USE, portanto, ao se utilizar métodos de criação de fórmulas para adequação de variáveis relevantes, como a normalização, deve haver cautela para não ter uma simplificação excessiva, resultando em valores não reais de desempenho (ICA, 2016).

A normalização pode ser uma fórmula simples como uma razão do consumo de energia específico, ou um método numérico mais complexo, como análises de tendência de consumo com o tempo. Como esse IDE será utilizado para ser uma referência do antes e do depois, leva-se, então, em conta um período de tempo apropriado, como o consumo no decorrer de um ano ou de um ciclo operacional da organização.

A construção desse gráfico da variável relevante por um espaço de tempo é chamada de Linha de Base Energética (LBE). Em linhas gerais, pode ser entendido como o comportamento dos IDEs no período anterior ao início do funcionamento do SGE ou dos novos resultados oriundos dos planos de ação.

Na definição do IDE, o cuidado tomado foi em função da normalização das variáveis relevantes. Para a LBE, a atenção está na definição do período de tempo para o cálculo observado. Problemas que ocorreram no passado impactando as variáveis relevantes como interrupções na produção, mudanças nos USEs, condições climáticas altas ou baixas e até mesmo ausência de dados, podem indicar um consumo energético atípico (ICA, 2016).

Para tratar essa situação, pode-se utilizar uma nova normalização. O cálculo do consumo médio de um intervalo superior ao definido anteriormente ou métodos mais complexos como análises de regressão, podem ser úteis para estimar o comportamento do IDE e estipular uma nova LBE para comparação dos dados. A organização deve sempre revisar as LBE caso os IDEs não reflitam mais o DE, como processos dos USEs sejam alterados e até mesmo quando o indicador apresentar melhoras e necessitar uma nova meta energética de consumo, prezando sempre por comparações confiáveis e reais (ICA, 2016).

Em mãos dos dados da revisão energética como as oportunidades de melhoria e dos indicadores dos USEs, a fase final do planejamento inicia-se com a definição de objetivos e metas energéticas. São os resultados a serem alcançados dos quais a organização deve traçar para desenvolver seu SGE e melhorar seu DE.

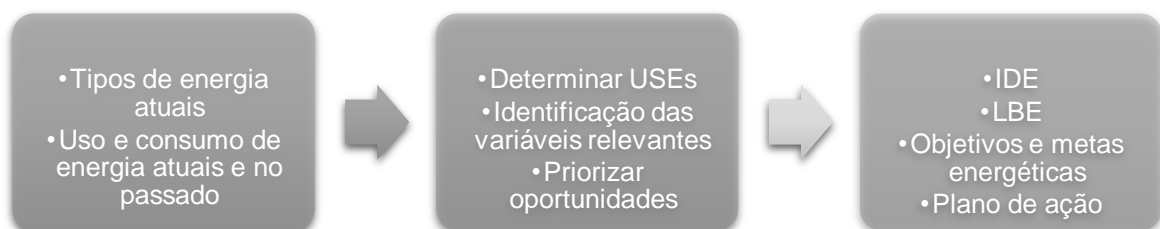
Os objetivos e metas energéticas devem apresentar um compromisso energético com a política energética; levar em consideração o que é necessário e esperado para o cumprimento dos mesmos, como treinamentos e recursos; ser monitorados, comunicados e atualizados como apropriados.

Segundo o Guia para aplicação da norma ISO 50.001, elaborado pela *International Copper Association* (p. 38, 2016) “[...] objetivos refletem visões de longo prazo, condizentes com a política energética e possuem diversas metas associadas a eles. As metas, por outro lado, traduzem os objetivos em valores mensuráveis.”

As metas energéticas devem ser mensuráveis, se praticáveis. Já os objetivos podem ser quantitativos ou qualitativos, como a organização achar melhor. Ela pode traçar objetivos quantificáveis como reduzir o consumo de eletricidade em 3% até o final do ano, enquanto pode propor melhorias gerais e específicas para um SGE, como redução do consumo específico de energia e mudança comportamental (ISO, 2018).

Um fluxograma do processo de planejamento energético é encontrado na Fig. (11). Ele representa um diagrama conceitual dos estágios de cada requisito de planejamento. Essa ilustração foi retirada do apêndice na ISO 50.001:2018. É importante salientar que nem todos esses requisitos foram trabalhados na dissertação, porém a figura pode melhorar o entendimento do processo de planejamento energético.

Figura 7 – Fluxograma do processo de planejamento energético proposta pela Norma ISO 50.001:2018.



Fonte: ABNT ISO 50.001:2018 (ABNT, 2018)

6.2 DADOS E EVIDÊNCIAS

A primeira aplicação do protocolo de coleta de dados cobre os requisitos de planejamento. A evidência procurada se baseia em investigar como a WEG e a GM trabalharam os requisitos de revisão energética, IDE e LBE, objetivos e metas energéticas à luz das proposições teóricas.

É levado em consideração as ações que as organizações tomaram de acordo com as proposições teóricas que promoveram a efetivação do SGE e a melhoria do DE. As ações são os dados e a maneira como essas ações foram realizadas serão as evidências esperadas, apresentadas no Quadro (6).

Quadro 6 – Protocolo de estudo de caso para os requisitos de Planejamento desenvolvidos pela WEG e GM.

Pergunta	Teoria	WEG	GM
Como a organização trabalhou o requisito de revisão energética?	<p>Análise sistemática do uso e consumo da energia dentro do escopo estabelecido para o SGE, com o intuito de conhecer os sistemas energéticos existentes.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Levantamento do uso e consumo de energia; - Identificação dos USEs; - Determinar variáveis relevantes; - Determinar e priorizar oportunidades de melhoria do SGE e DE. 	<ul style="list-style-type: none"> - Observação do consumo de energia elétrica de 85% e de GLP de 13% em relação a energia utilizada na fábrica VII; - Seleção de 11 equipamentos, sistemas ou processos que representavam 80% do consumo energético da unidade; - Verificação de 63% do consumo de energia elétrica relacionada aos dinamômetros com potências entre 600 e 3000 kW, utilizados nos laboratórios de ensaios elétricos; - Processo de impregnação com 5,7% do consumo de eletricidade da unidade; - Iluminação com 3,3%. - Identificação de variáveis relevantes como consumo de energia, horas trabalhadas, número de motores fabricados, potência produzida, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Observação do consumo de energia elétrica de 70% e de GLP 30% em relação a energia utilizada na unidade de Mogi das Cruzes; - Levantamento das principais áreas de USEs e percentual de consumo energético na unidade; - Criação de uma "Major List" com uma lista de propostas de melhoria do DE; - Realização de workshops com os representantes de cada área dos USEs para preencher a Major List.
Como a organização trabalhou o requisito de IDE e LBE?	<p>Definição das bases de medição, monitoramento e análise do DE, por meio da criação das LBE e dos IDE.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Criação de uma linha do comportamento do 	<ul style="list-style-type: none"> - Definição de período de base como todo o ano de 2011; - Conferência da estabilidade de consumo na fábrica VII (não houve), por algum 	<ul style="list-style-type: none"> - Uso do um sistema de monitoramento GM2100 para avaliação de todos os indicadores de consumo; - Uso do sistema GM2100 para mapeamento de comportamentos atípicos;

	DE antes e depois do período com o SGE.	consumo atípico, durante o período de base; - Cálculo do coeficiente de correlação linear (R^2) para as variáveis relevantes; - Seleção das variáveis relevantes com melhor R^2 (kWh / cv produzido e kWh / ensaio realizado) - Criação do gráfico de dispersão do cálculo do R^2 .	- Seleção do IDE energia/veículo produzido.
Como a organização trabalhou o requisito de objetivos e metas energéticas?	Definição dos resultados a serem alcançados dos quais a organização deve traçar para desenvolver seu SGE e melhorar seu DE.	- Objetivo: reduzir o consumo de energia; - Metas: reduzir em 10% a relação "kWh / cv produzido; reduzir o tempo de ensaio em 11%.	- Objetivo: reduzir o consumo de energia / veículo produzido; - Meta: reduzir até 2020, em 20% o consumo de energia / veículo produzido em relação a 2010.

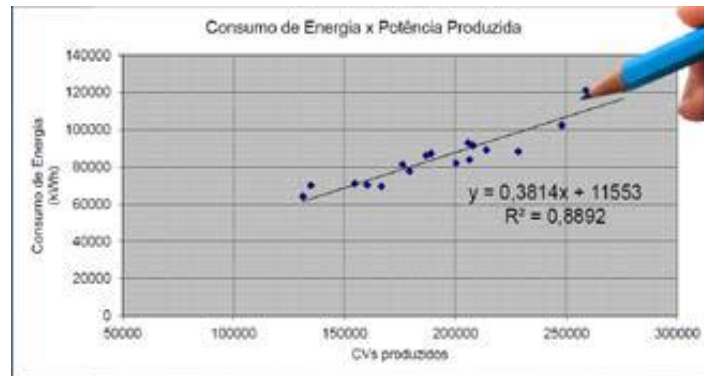
Fonte: Guia para aplicação da norma ABNT NBR ISO 50001 - Gestão de Energia (ICA, 2016)

O requisito de revisão energética faz uma avaliação do DE, analisando a aplicação de energia em seus processos produtivos. Inicialmente, as empresas realizaram um levantamento do uso e consumo de energia de energia presente nos limites do seu SGE, observando um consumo de energia elétrica e de GLP de 85% e 13% para a WEG, 70% e 30% para a GM.

Ainda na revisão energética, a priorização dos seus principais potenciais de melhoria foi levantada junto às suas variáveis relevantes de consumo substancial de energia. A WEG indicou em valores percentuais e focou suas ações de melhoria em seus principais consumos, como por exemplo, o laboratório de ensaios elétricos, com equipamentos responsáveis por 63% do consumo total de energia elétrica. Enquanto a GM apenas informou que identificou os USEs e que determinou oportunidades de melhoria por meio de workshops com pessoas da área relativa aos USEs e assim direcionar suas ações.

A definição das bases de medição por meio dos IDE e LBE exige que o período base de dados trate consumos atípicos que possam influenciar na análise final e a WEG indicou esse tratamento. Ela também atendeu a esse requisito ao selecionar as principais variáveis relevantes e normalizar seus dados, criando o coeficiente de correlação linear R^2 para as unidades de kWh/potência produzida e kWh/ensaio realizado. A sua LBE é representada pelo gráfico do cálculo do coeficiente de correlação linear entre o consumo de energia e a potência produzida, mostrada na Fig. (8).

Figura 8 – Gráfico de dispersão do cálculo do coeficiente de correlação linear entre o consumo de energia da Fábrica VII e a potência produzida na unidade, Jaraguá do Sul, 2011.



Fonte: Guia para aplicação da norma ABNT NBR ISO 50001 - Gestão de Energia (ICA, 2016)

A GM assinalou que já possuía um sistema de monitoramento que é integrado a um mapa energético de cada planta, que a partir dos dados de medição, auxilia na identificação dos principais USEs da unidade, denominado GM2100. Esse sistema da General Motors permite a avaliação de todos os indicadores de consumo e o mapeamento de comportamentos atípicos. Essa estrutura apoia o monitoramento mensal do indicador de energia ligado a um período base adequado, construiu a LBE da GM (ICA, 2016).

O cumprimento do requisito de objetivos e metas energéticas exige que a organização tenha o compromisso com a eficiência energética e quantifique suas metas de redução. A WEG indicou um objetivo de redução do consumo de energia e a GM em reduzir os valores de seu IDE, o consumo/veículo produzido. Suas metas foram quantificadas para seus IDEs seguindo a recomendação da norma.

Embora as descrições de como cada caso tenha cumprido os requisitos não tenham detalhes específicos em todos as unidades de análise, as empresas informam que a atitude relativa ao que se espera foi tomada. Seguindo o princípio de investigar e explorar o fenômeno de implantação de um SGE na indústria, tais dados serão considerados dessa forma, pois a classificação exploratória do estudo de caso não exige descrição ou explicação do fenômeno.

7 APOIO

Os requisitos de apoio estão englobados na segunda etapa do ciclo PDCA, correspondente a letra D ou “do”, junto com os requisitos de operação. A intenção é apoiar a atuação do SGE, suportando a demanda operacional e do gerenciamento do uso da energia.

Esse suporte é abordado por elementos auxiliares como recursos humanos (RH), estratégias de comunicação e uma documentação dos registros da organização. Aspectos como conhecimento, habilidades e engajamento são trabalhados nessa etapa a fim de atender a demanda operacional que engloba a infraestrutura, os processos, sistemas e equipamentos.

São cinco requisitos trazidos pela norma referentes ao Apoio. Serão apresentados e discutidos três deles – Competência, Conscientização e Comunicação, por terem suas estratégias divulgadas pelos casos abordados. Outros requisitos como Recursos e Informação Documentada não serão trabalhados, pois não foi divulgado sua aplicação.

7.1 ASPECTOS TEÓRICOS

Um funcionário competente demonstra domínio de suas atividades, seja ela na área de operação ou manutenção. Ele também deve entender os parâmetros de eficiência energética esperado pelo SGE. Para tanto, o mesmo deve possuir conhecimento, treinamento, habilidades e atitudes para garantir tal competência, sendo esses valores assegurados pela organização.

A organização deve, para cumprimento desse requisito, determinar as competências necessárias e suas tarefas específicas de operação e manutenção dos colaboradores envolvidos nos USEs e assegurar que essas pessoas demonstrem claro entendimento e domínio das bases práticas e teóricas, e, onde aplicável, avaliar sua eficácia, isto é, o atendimento desses parâmetros previamente estabelecidos.

As ações que podem ser tomadas pela empresa consistem em oferecer treinamentos, cursos, workshops com funcionários internos como supervisores ou especialistas técnicos da organização ou com pessoas externas como fabricantes.

Do ponto de vista de conscientização, um funcionário consciente é aquele que sabe da importância do seu papel no SGE e reconhece os ganhos oriundos dessa sistematização do uso e consumo de energia na melhoria do DE da empresa. É sobre

estar consciente da sua própria contribuição e da importância estratégica do SGE para a organização.

A conscientização é um requisito bastante ligado ao fator humano de produção. Deve ser trabalhado a partir da alta direção e da equipe de Recursos Humanos por extenso para promover um maior engajamento dos colaboradores. As pessoas que trabalham devem estar conscientes do por que e das implicações de um SGE, quais suas colaborações e consequências do seu papel dentro da gestão de energia.

Para que o envolvimento dos colaboradores seja constante, a comunicação periódica das informações sobre o desempenho do SGE pode ser feita como a divulgação de indicadores de desempenho, a relação dos resultados com atuação dos funcionários e os ganhos produtivos associados a sistemas de bonificação; questionários e entrevistas para verificação do engajamento são complementares.

Todas as informações comunicadas pela alta direção e o RH aos colaboradores devem estar contidas em um plano de comunicação consistente com as informações geradas dentro do SGE. A criação dessa estratégia de comunicação foca em como será feita o diálogo com a equipe, o que será dito, quem é o alvo da informação e quando será comunicada.

Estratégias desse plano de comunicação podem ir além da divulgação de resultados e treinamentos, como já exemplificadas, contando com campanhas sobre uso e consumo consciente de energia e por meio de um canal de comunicação do qual as pessoas envolvidas no SGE possam fazer comentários ou sugestões de melhoria para o SGE, criando assim uma atmosfera de colaboração presente em todos os níveis hierárquicos.

7.2 DADOS E EVIDÊNCIAS

Após uma apresentação teórica na seção anterior, chega o momento da aplicação do Protocolo de Estudo de Caso sobre os requisitos de apoio. As perguntas para cada unidade de análise refletem a evidência esperada de como a WEG e a GM cumpriram os requisitos de competência, conscientização e comunicação.

No Quadro (7) está representado o protocolo dessa seção. A coluna indicadora traz as questões do protocolo e as demais colunas exibem as respostas dessa pergunta, tanto na ótica teórica, quanto na prática para cada caso.

Quadro 7 – Protocolo de estudo de caso para os requisitos de Apoio desenvolvidos pela WEG e GM.

Pergunta	Teoria	WEG	GM
Como a organização trabalhou o requisito de competência?	Assegurar que o funcionário domine suas atividades e entenda os parâmetros de eficiência do SGE.	<ul style="list-style-type: none"> - Treinamento com foco em gestão de energia. - Comunicações gráficas para informar “como medir e obter o indicador energético” 	<ul style="list-style-type: none"> - Participação do Departamento de Energia (corporativo) na avaliação do SGE com as comissões internas da unidade de produção; - Comunicações gráficas como o “5 minutos de energia” que informa como obtém-se e como colaborar com o indicador de energia.
Como a organização trabalhou o requisito de conscientização?	Os funcionários devem estar conscientes do seu papel no SGE e saber reconhecer os ganhos na melhoria do DE.	<ul style="list-style-type: none"> - Inclusão do tema “Gestão de Energia” nas reuniões mensais; - Criação de programas específicos com o “Desligue quando não estiver em uso”; - Comunicações gráficas voltadas a informar a “Política Energética”, “por que economizar energia” e “como contribuir para o SGE”. 	<ul style="list-style-type: none"> - Compartilhamento de experiências relacionadas às práticas diárias na redução do consumo e aumento da eficiência de energia entre os colaboradores; - Realização de campanhas com foco em gestão de energia como a “Campanha de uso consciente de energia elétrica”.
Como a organização trabalhou o requisito de comunicação?	Ter estratégias em um plano de comunicação das informações relativas ao SGE que gere engajamento.	<ul style="list-style-type: none"> - Uso de comunicações gráficas direcionadas aos colaboradores internos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Uso de comunicações gráficas direcionadas aos colaboradores internos.

Fonte: Guia para aplicação da norma ABNT NBR ISO 50001 - Gestão de Energia (ICA, 2016)

Pela ISO 50.001, o requisito de competência tem o objetivo de garantir o domínio das bases teóricas e práticas das atividades de operação e manutenção aplicada à compreensão dos indicadores do SGE. A WEG agiu por meio de treinamentos com foco em gestão de energia. A GM optou pela participação do Departamento de Energia do setor corporativo no desenvolvimento do SGE junto às unidades, coordenando reuniões quinzenais. Ambas tomaram ações de comunicações gráficas espalhadas pela unidade com o intuito de informar como se obtém o IDE. Um exemplo dessa comunicação voltada para a competência do colaborador é exemplificado na Fig. (9).

Figura 9 – Exemplo de comunicação visual realizada pela WEG para promover a compreensão dos indicadores do SGE.

Como medimos o consumo de energia?

Dividindo o consumo de energia mensal pela potência produzida no mês, Obtemos o **Indicador De Desempenho Energético**



Por exemplo,
Se consumimos 100kWh de energia elétrica para produzir um motor de 10 CV em um mês, nosso Indicador de Desempenho Energético será:

$$100 \text{ kWh} / 10 \text{ CV} = 10 \text{ kWh/CV}$$

Nosso objetivo é reduzir cada vez mais este indicador!
Produzindo mais e consumindo menos!



Traga suas ideias!

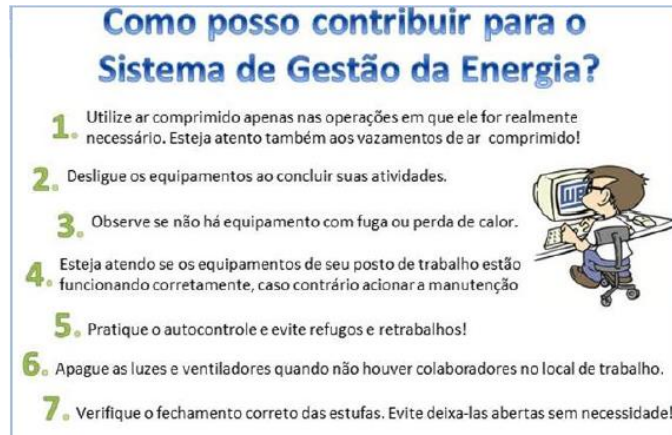
Traga para os grupos de CCQ suas ideias e sugestões que possam contribuir para a Gestão da Energia!



Fonte: Guia para aplicação da norma ABNT NBR ISO 50001 - Gestão de Energia (ICA, 2016)

Já o engajamento e o envolvimento proposto pela conscientização foram trabalhados pela WEG e pela GM por meio do compartilhamento de informações e experiências entre os colaboradores, sendo em reuniões ou por outros canais. Campanhas de conscientização também foram realizadas como a “Desligue quando não estiver em uso” pela WEG, e a “Campanha de uso consciente de energia elétrica” pela GM. Sendo o intuito desse requisito fazer com que os colaboradores estejam conscientes de seu papel no SGE e identificar a melhoria do DE, o requisito foi cumprido e pode ser ilustrado na Fig. (10).

Figura 10 – Campanha de conscientização para engajamento no SGE promovida pela WEG.



Fonte: Guia para aplicação da norma ABNT NBR ISO 50001 - Gestão de Energia (ICA, 2016)

A criação de um plano de comunicação é explicitada no cumprimento dos requisitos anteriores. Estratégias como diálogo entre a equipe e campanhas de conscientização fazem parte desse plano de comunicação, visto que as duas empresas apostaram uso de comunicações gráficas direcionadas aos colaboradores internos.

Semelhante ao protocolo de coleta de dados do capítulo de Planejamento, as evidências encontradas nas unidades de análise de Apoio não cobrem detalhes específicos da implantação do SGE em cada caso. Porém, seguindo o cunho exploratório, tais informações coletadas atendem ao desenvolvimento da familiaridade com o tema.

8 OPERAÇÃO

A operação de um SGE seguindo os requisitos da norma ISO 50.001 pode ser considerada um modelo de gestão estratégica. Esta etapa trata da implementação das ações estabelecidas no planejamento e consiste em estratégias de organização, controle e inovação de questões específicas para uma operação energética eficiente, com uma efetiva operação e manutenção dos sistemas e equipamentos, e o atendimento de seus parâmetros operacionais.

Inicialmente, seus requisitos são o detalhamento dos elementos de controle operacional e suas condições adequadas de operação e manutenção, em especial de seus USEs. Em seguida, são desenvolvidas as oportunidades de melhoria levantadas no planejamento, por meio dos requisitos de projeto e aquisições, todos vinculados a infraestrutura, processos, sistemas e equipamentos da organização.

O gerenciamento do uso da energia permite conhecer as potencialidades e limitações operacionais, falhas que podem ser evitadas e ter resultados mais consistentes. Como uma gestão estratégica, a operação energética eficiente se fundamenta nos seus compromissos energéticos estabelecidos na política energética, nos resultados que deseja entregar e em seus objetivos.

8.1 ASPECTOS TEÓRICOS

As estratégias de um controle operacional energeticamente eficiente contam com o estabelecimento de parâmetros de operação, controle dos processos e uma comunicação adequada dos mesmos dentro da organização. É interessante salientar que há um grande potencial de economia de energia nos aspectos de operação e manutenção dos USEs (ICA, 2016).

O primeiro passo é a organização definir critérios e desenhar uma configuração de como deve ser a operação e manutenção, isto é, conhecer os parâmetros ótimos, críticos e adequados que afetem o DE para controlá-los. A priorização de USEs, uma definição correta do sistema operacional e o atendimento dos parâmetros são estratégias que permitem o cumprimento desse requisito.

Após estabelecer critérios operacionais, a organização deve implementar o controle desses processos, incluindo operação e manutenção dos USEs. O acompanhamento dos parâmetros seguido de sua interpretação, juntamente com um plano de manutenção efetivo são exemplos de atendimento desse requisito.

Os requisitos de apoio também se integram com os de operação. A organização deve oferecer capacitação adequada para garantir a competência do operador, comunicando e instruindo dos critérios que afetam o uso de energia. Enquanto que o profissional de manutenção deve ser conscientizado do impacto da manutenção preventiva no DE.

Grandes oportunidades de melhoria identificadas na fase de planejamento também são materializadas no requisito de projeto. Convém que sejam consideradas alterações operacionais de instalações, sistemas, processos e equipamentos, sejam eles, novos, reformados ou modificados, por meio de melhores técnicas e tecnologias que venham a afetar significativamente o DE.

Uma instalação nova pode conter em seu projeto, motores de alto rendimento em seus processos, devido a tecnologias mais novas. Embora o preço seja mais alto, existe uma diferença no custo operacional de um maquinário moderno em

comparação a um antigo e convencional. É interessante considerar essas ações durante a fase inicial do projeto de uma nova infraestrutura, do que renovar elementos já existentes (ICA, 2016).

Contudo, há soluções de projeto ainda mais baratas e simples. É caso recorrente, encontrar instalações superdimensionadas em uma fábrica. Motores elétricos, principal fonte de consumo de energia em uma linha de produção, podem estar submetidos a cargas inferiores de operação das quais foram projetados, prejudicando sua eficiência de operação e gerando um custo energético mais alto em relação a um motor de potência inferior. A revisão dos cálculos de dimensionamento de maquinário e a substituição pontual de equipamentos de sistemas já estabelecidos, além de diminuir o custo de operação, podem aumentar o DE. Outras práticas de projeto também podem impactar no uso e consumo de energia como projetos de sistemas de controle para um correto controle operacional; projetos de sistemas de distribuição com atenção a isolamento e prováveis vazamentos de ar; projetos de controle e automação (ICA, 2016).

Após configurar e controlar o controle operacional, projetar novos modelos de uso de energia, chega por último o requisito de aquisição de energia, serviços energéticos, produtos e equipamentos mais eficientes, caracterizando uma oportunidade de melhoria da área da cadeia de suprimentos. Esse requisito está relacionado com especificações técnicas e compra de energia.

Quando uma organização adquire algum equipamento ou produto que consome energia, leva-se em conta que o mesmo será utilizado ao longo de sua vida útil. Especificar e estimar o consumo e o custo energético desses equipamentos é relevante do ponto de vista de curto prazo para os USEs, e de longo prazo, por exemplo, para sistemas de iluminação.

A organização deve estabelecer e comunicar especificações de equipamentos, serviços e compra de energia, ressaltando pontos importantes e prioritários de aquisição. São exemplos de especificações a classificação da eficiência de motores, os custos de operação, o ciclo de vida, as fontes de energia, etc.

Para a compra de energia, é de suma importância ter um fornecedor de qualidade e confiável, principalmente em casos em que o mercado possui muitos fornecedores como os de combustíveis (GLP e Diesel). Ter em mãos especificações das características de consumo de energia da fábrica, cotações de cada suprimento energético por tipo de fonte energética utilizada e disponibilidade do insumo por conta

do fornecedor são exemplos de atendimento aos requisitos de aquisição para compra de energia.

A aquisição e o projeto de sistemas mais eficientes, seguidos de um controle operacional, não somente materializam as ações propostas pelo requisito de planejamento, representando etapa fundamental de efetivação do SGE, como também permitem identificar novas oportunidades de melhoria do DE, anteriormente inexistentes.

8.2 DADOS E EVIDÊNCIAS

O último protocolo de coleta de dados está apresentado no capítulo de requisitos de Operação. Seguindo a problemática da pesquisa, as perguntas se fundamentam em explorar como cada organização empenhou-se em aplicar as proposições da ISO 50.001 para uma operação energética eficiente, por meio do controle dos processos e avaliações sobre projetos e aquisições para seus sistemas produtivos. O protocolo dessa seção é exibido no Quadro (8).

Quadro 8 – Protocolo de estudo de caso para os requisitos de Operação desenvolvidos pela WEG e GM.

Pergunta	Teoria	WEG	GM
Como a organização trabalhou o requisito de controle operacional?	Configuração e controle de processos de operação e manutenção energeticamente eficiente.	<ul style="list-style-type: none"> - Estabelecimento de rotinas de manutenção preventiva, com foco em eficiência energética, nos USEs; - Procedimento que estabelece quando a bancada de teste deve ser acionada; - Identificação da Curva de Distribuição Luminosa (CDL) dos setores da fábrica; - Limpeza de telhas translúcidas; 	<ul style="list-style-type: none"> - Atualização de todas as rotinas de manutenção e operação de equipamentos; - Rotina semanal de controle de consumo nos dias não produtivos; - Fechamento de vazamentos de ar comprimido e identificação dos pontos de vazamento com etiquetas Leak Tag; - Implantação de projeto de automação e leitura de dados Facility Management System para monitorar online os dados de consumo e automatizar controles; - Seccionamento dos circuitos de ar comprimido; - Redução da temperatura de queima do gás do RTO; - Controle mensal da demanda energética da unidade para redução nos custos adicionais de contratação de energia elétrica.
Como a organização trabalhou o	Implementação de alterações operacionais de instalações,	- Instalação de porta e cortina de ar e um sistema de desligamento automático	- Instalação de inversores de frequência nas torres de resfriamento e nas Casas de Ar do processo de pintura;

requisito de projetos?	sistemas, processos e equipamentos que afetem o DE.	em estufas para redução de consumo de energia; - Instalação de sinal luminoso e sonoro que indicam fim de operação na prensa de bobina para redução do consumo de energia; - Instalação de sistema de controle do tempo de ensaios; - Instalação de disjuntores para desligamento das bancadas aos finais de semana; - Atualização do layout de iluminação e acionamento por área.	- Instalação de controles automáticos de temperatura das torres de resfriamento; - Instalação de sistema de iluminação automática com dimerização automática da luz artificial; - Instalação de sistema solar de aquecimento de água para os refeitórios e vestiários.
Como a organização trabalhou o requisito de aquisição?	Aquisição e especificação de energia, serviços energéticos, produtos e equipamentos mais eficientes.	- Substituição de motores antigos por de alta eficiência em equipamentos do processo de impregnação e montagem; - Substituição de disjuntores padrões por disjuntores com comando motorizado para aperfeiçoar o controle de processos consumidores de energia; - Aquisição de equipamento para medição de consumo e índice de vazamento de ar comprimido.	- Substituição de motores antigos por de alto rendimento nas torres de resfriamento e casar de ar do processo de pintura; - Substituição de moto bombas por unidades mais eficientes e de menor potência; - Substituição de compressores antigos por modernos com VSD; - Substituição de luminárias fluorescentes e vapor metálico por LED.

Fonte: Guia para aplicação da norma ABNT NBR ISO 50001 - Gestão de Energia (ICA, 2016)

A configuração de processos se atenta a adequação dos parâmetros críticos para uma eficiente operação. Baseado na revisão energética, a organização procura agir sobre os USEs e definir corretamente seus sistemas operacionais. A WEG levantou durante a fase de planejamento, oportunidades no laboratório de ensaios, responsável por 63% do consumo de energia elétrica, e em iluminação. Para configurar essas parcelas da operação, a empresa criou um procedimento que estabelece quando a bancada de teste deve ser acionada e identificou a Curva de Distribuição Luminosa (CDL) dos setores da fábrica.

Após estabelecer os critérios desses processos, a WEG realizou ações de controle com o estabelecimento de rotinas de manutenção preventiva, com foco em eficiência energética nos USEs, caracterizando o cumprimento do requisito de controle operacional. Para a iluminação, houve uma limpeza das telhas translúcidas com o objetivo de redução de consumo de eletricidade para iluminação.

Para configurar seus processos, a GM implementou um projeto de automação e leitura de dados chamado *Facility Management System* para monitorar online os dados de consumo, automatizar controles e identificar em tempo real desvios para tomar ações num curto prazo de tempo, com foco em atender os parâmetros críticos de operação.

Acompanhado dessa configuração de operação, outro fator importante em qualquer indústria, a GM atuou no seccionamento de circuitos de ar comprimido e nos fechamentos de vazamentos, seguidos da identificação desses pontos de escape de ar comprimido com etiquetas *Leak Tag*, marcando os dados de cada fuga. Também alterou os parâmetros de temperatura de queima do gás do RTO para redução no consumo de energia elétrica.

A GM também focou na realização de um plano de manutenção efetivo para controle de processos atualizando suas rotinas de manutenção e operação de equipamentos, como a prática semanal de controle de consumo em dias não produtivos, com objetivo de diminuir o gasto de energia elétrica, gás natural e GLP. Também foi implementado um controle mensal da demanda energética da unidade para redução nos custos adicionais de contratação de energia elétrica.

O requisito de projeto simboliza a materialização de alterações operacionais, por meio de melhores técnicas e tecnologias, para melhorar o DE. A WEG apresentou projetos, principalmente, relativos à sistemas de controle. Ela instalou sistemas de desligamento automático nas estufas; sinal luminoso e sonoro para indicar fim de ciclo de operação na prensa de bobinas; sistema de controle de tempo dos ensaios; e disjuntores para desligamento nas próprias bancadas a fim de evitar que fiquem ligadas aos finais de semana. Na área de isolamento térmico, a empresa instalou uma porta e uma cortina de ar na estufa de cura de montagem. Todas essas ações de projeto foram voltadas para a redução do consumo de eletricidade.

Já a GM retratou projetos para redução no consumo de energia elétrica e GLP tanto em processos produtivos, quanto em iluminação e aquecimento de água. A instalação de sistema solar de aquecimento de água foi voltada para os refeitórios e vestiários, diminuindo o consumo de GLP e gás natural. A redução no gasto da iluminação se deu pela instalação de um sistema de iluminação natural com dimerização automática da iluminação artificial. Nos processos produtivos, a GM instalou inversores de frequência nas casas de ar do processo de pintura e nas torres de resfriamento.

A aquisição é um requisito que trabalha com especificações técnicas do consumo de energia. A compra de serviços e equipamentos energéticos veem com o intuito de trazer uma eficiência melhor para os processos produtivos. A GM investiu prioritariamente na área motriz, substituindo motores antigos por novos e de alto rendimento. A WEG já evidencia outros tipos de aquisições, como equipamentos para medição de consumo e índice de vazamento de ar comprimido. Também substitui alguns sistemas de controle, de disjuntores padrão por comandos motorizados, com o intuito de aumentar e aperfeiçoar o controle dos processos consumidores de energia.

Não se obteve dados dos detalhes operacionais de cada caso, apenas as ações que indicam como cada empresa cumpriu os requisitos da Norma ISO 50.001. As evidências encontradas integram os eventos do mundo real às necessidades do plano de coleta de dados e se prendem a finalidade original do caso, de explorar como uma organização pode melhorar seu DE com a efetivação de um SGE.

9 ANÁLISE DOS DADOS

Tendo como base os protocolos de estudo de caso desenvolvidos em seções anteriores, cujas questões de protocolo refletem os dados e evidências esperadas, este capítulo trata como essas informações serão analisadas para explorar e investigar se os casos possuem perfis semelhantes e podem ser considerados uma replicação literal de cumprimento dos requisitos da Norma ISO 50.001 para demonstrar a efetivação do SGE e melhoria do DE.

Essas evidências são analisadas por meio de um cruzamento de categorias formada pelos tipos de ações tomadas por cada organização para cumprir determinado requisito. É levado em conta para cada grupo de categorias, as propostas teóricas de atuação no SGE presentes na ISO 50.001.

É importante salientar que as categorias criadas com o intuito de representar as proposições teóricas da norma não constituem a totalidade das ações de cumprimento de cada requisito, indicadas pela ISO 50.001. Os agrupamentos indicam quais práticas foram realizadas nos casos. As atividades ausentes nos dados e evidências não foram categorizadas, por serem de extensa ordem. Porém, as intervenções principais e presentes nos dados são representadas na Matriz de Categoria de Requisitos.

Um exemplo de não categorização pode ser apontado no requisito de projetos, como a “revisão dos cálculos de dimensionamento de maquinário existente”. Essa é uma atividade realizada no cumprimento desse requisito, porém não foi informado nenhum procedimento relativo a isso nos dados e evidências de cada caso. Não possuir esse conhecimento também não significa que a empresa não o tenha realizado, apenas não consta na base de dados do estudo de caso.

Inicialmente, no planejamento, a revisão energética traz como categorias as proposições teóricas presentes na norma, que indicam que a organização deve realizar um levantamento dos tipos de energia utilizadas, no passado e no presente; identificar os USEs e suas variáveis relevantes; e determinar e priorizar oportunidades de melhoria para o DE.

As categorias dos requisitos de IDE & LBE foram estipuladas nas proposições teóricas de que a organização deve estabelecer um período de tempo apropriado para medição; numa adequação de variáveis efetuadas por uma normalização; na definição do indicador IDE e sua respectiva curva de LBE.

Os objetivos e metas energéticas foram categorizados apenas em se a organização estabeleceu um objetivo condizente com o SGE e se as metas definidas são quantificáveis. Ambas categorias são propostas da ISO 50.001 para estabelecimento de objetivos e metas energéticas, dentro de várias outras orientações de cumprimento desse requisito.

Para o apoio, na unidade de análise de competência, a categorização se fundamentou em treinamentos oferecidos à equipe, atuações de especialistas técnicos internos da organização e no compartilhamento de informação para que promova entendimento das bases teóricas e práticas. Para a conscientização, campanhas de conscientização e diálogo interno foram as categorias definidas. A parte de comunicação foi considerada apenas a utilização de comunicações gráficas como ação para cumprimento desse requisito.

A última parte da matriz de categorias expõe a operação. O controle operacional traz categorias relativas às ações propostas da Norma para configuração e controle dos processos, como definição dos parâmetros operacionais adequados para o SGE; criação de procedimentos efetivos de operação e de manutenção (plano de manutenção); e também uma categoria que leva em conta o controle dos pontos de vazamento de ar comprimido.

Para os requisitos de projeto e aquisição, as categorias se formaram listando setores de oportunidades de melhoria que pudessem vir a receber projetos e aquisições, como motores, controle e automação, área térmica, energia e serviços energéticos, dispositivos e iluminação.

A Tabela (2) foi preenchida com símbolo verde para indicar que o caso demonstrou abertamente a ação para se adequar a categoria do requisito escolhido. Quando preenchida com símbolo amarelo, isso significa que não se pode dizer como a organização cumpriu tal requisito proposto por categoria específica. O fato de não possuir dado sobre tal categoria não significa que a empresa do caso não tenha atuado dessa maneira, apenas não se tem evidência disso.

Por exemplo, a GM não informou sua LBE e quais técnicas de normalização ela executou para criá-la. Entretanto, como passo fundamental de análise dos parâmetros do SGE, julga-se que a organização tenha de fato criado uma representação da sua LBE. Por isso, o preenchimento com símbolo amarelo apenas indica que não se sabe como a organização fez para cumprir tal requisito, mas não que ela tenha realizado.

Tabela 3 - Síntese Cruzada de Dados entre os requisitos de Planejamento, Apoio e Operação para os casos WEG e GM.

REQUISITOS (unidade de análise)	CATEGORIA	WEG	GM
Revisão Energética	Levantamento do uso e consumo de energia	✓	✓
	Identificação dos USEs	✓	✓
	Seleção das variáveis relevantes	✓	✓
	Oportunidades de melhoria	✓	✓
IDE & LBE	Base temporal de medição	✓	✓
	Definição do IDE	✓	✓
	Normalização	✓	!
	Construção da LBE	✓	!
Objetivos e Metas energéticas	Objetivos energéticos	✓	✓
	Metas quantificáveis	✓	✓
Competência	Treinamentos	✓	!
	Especialista técnico interno	!	✓
	Compartilhamento de informação	✓	✓
Conscientização	Diálogo interno	✓	✓
	Campanhas de conscientização	✓	✓
Comunicação	Comunicação gráfica	✓	✓
Controle Operacional	Definição de parâmetros operacionais	✓	✓
	Criação de procedimentos operacionais	✓	✓
	Identificação de pontos de vazamento de Ar comprimido	!	✓
	Plano de manutenção	✓	✓
Projeto	Controle & Automação	✓	✓
	Área térmica	✓	✓
	Iluminação	✓	✓
Aquisição	Energia e serviços energéticos	!	!
	Motores	✓	✓
	Dispositivos	✓	!
	Iluminação	!	✓

Fonte: Próprio autor (2019)

Para a unidade de análise de revisão energética, tanto a WEG quanto a GM completaram todas as categorias estipuladas. Na seção de Dados e Evidências do capítulo de planejamento, pode ser observado que os casos compartilharam ações semelhantes ao decorrer dessa fase. Elas descobriram que a energia elétrica é responsável por mais da metade do seu uso e consumo de energia. Em seguida, ambas identificaram seus USEs e suas respectivas variáveis relevantes para selecionarem seus focos de oportunidade de melhoria.

No IDE e na LBE, a WEG explicou que fez uma análise da base temporal de medição do indicador energético e a GM informou que o seu sistema de

monitoramento GM2100 observou comportamentos atípicos. A WEG definiu seu IDE como kWh/potência produzida e kWh/ensaio realizado e a GM energia consumida/veículo produzido. Essas duas categorias, ambos os casos evidenciaram cumprimento de requisito. Como dito anteriormente nesse capítulo, acredita-se que a GM, mesmo não detalhando como o fez, tenha executado algum tipo de normalização e construção da LBE. Sendo assim, considera-se as ações das organizações condizentes com as proposições teóricas sobre esse assunto, presentes na Norma ISO 50.001.

Os objetivos e metas energéticas também foram unidades de análise que os dois casos cumpriram seus requisitos. Das dez categorias da etapa de planejamento estimadas como ações de cumprimento dos requisitos da norma, a WEG preencheu todas e a GM, 80%. A análise desses dados comprova perfis semelhantes entre as empresas e indicam uma replicação literal da ISO 50.001.

As categorias de apoio são seis. A WEG está presente em cinco. Na variável de competência, a WEG informou que realizou treinamentos enquanto a GM não disse se fez ou não. Porém, ela teve acesso direto à um grupo especializado de especialistas técnicos, situação que a WEG não explicitou ter feito. As duas empresas compartilharam informações, por meio da comunicação gráfica, para como é feito o cálculo de seu indicador energético.

Na conscientização, ambos os casos preencheram todas as categorias. As empresas promoveram o engajamento dos funcionários estimulando o diálogo sobre gestão de energia e realizaram campanhas similares de conscientização como a “Desligue quando não estiver em uso” pela WEG, e a “Campanha de uso consciente de energia elétrica” pela GM. Nesse requisito de apoio, as indicações das proposições teóricas da norma foram seguidas pelos casos de maneira análoga.

Ambas as empresas cumpriram vários requisitos de controle operacional. As duas agiram no estabelecimento de critérios e parâmetros de uma operação energética eficiente atrelada à uma revisão de seus planos de manutenção, caracterizando um requisito crítico de efetivação do SGE. A WEG não informou se houve uma rotina criada especificamente pelo SGE para controle de vazamentos de ar comprimido, embora imagina-se que a mesma deva ter eu seus procedimentos. A GM já informou isso no banco de dados e foi levantado aqui como categoria pois é uma prática recorrente e valorizada nas indústrias.

As oportunidades de melhoria em projetos e aquisições foi bem aproveitada em que todas atuaram nas áreas de controle e automação, motores, sistemas térmicos e iluminação. A etapa de operação é fundamental na implementação do SGE pois é o momento de materialização do planejamento. Otimizar e controlar os processos e rotinas de uma operação e manutenção industrial, como dito pelos casos, satisfaz o requisito de controle operacional, projetos e aquisições.

A síntese cruzada de dados é uma ferramenta analítica que sintetiza um conjunto de informações, nesse caso, trabalhadas no protocolo de estudo de caso. Em seguida, organiza e combina os padrões de dados em uma matriz de categorias. Foi enxergado um atendimento de requisitos e categorias suficiente dentro do que se propôs o escopo desse estudo de caso: planejamento, apoio e operação.

10 INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS

Após a constatação de cumprimento de requisitos da ISO 50.001 pela síntese cruzada de dados, a interpretação de resultados explorará como foi realizada a efetivação do SGE e por que houve melhoria do DE. Assim como nas etapas anteriores, os dados são ligados a conceitos para que sirvam de orientação para análise, caracterizando uma estratégia analítica.

A efetivação do SGE será demonstrada por uma investigação dos resultados alcançados pelos casos, etapa que enquadra nos requisitos C de avaliação de desempenho e A de melhoria contínua contidos no ciclo PDCA. As informações para esses estágios do ciclo são carentes de detalhes e só se possui os benefícios atingidos pelo SGE em cada caso. Entretanto, são válidas por serem partes do PDCA que não envolvem materialização de objetivos, mas um foco em monitoramento e melhoria.

A ferramenta utilizada dessa vez será a Generalização Analítica que terá o objetivo de validar a proposição teórica do ciclo PDCA por meio das evidências. Essa validação se dará pelo estabelecimento da Lógica de Replicação, cujo objetivo é representar os preceitos teóricos daquilo que se recomenda praticar presentes na Norma ISO 50.001 e expor lógicas de replicação para outros casos práticos.

O objetivo é alcançar uma lógica de replicação do ciclo PDCA para outros casos diferentes e indicar as proposições teóricas, categorizadas na síntese cruzada de dados, tem fundamento e podem ser utilizadas para melhorar o DE de uma organização.

10.1 AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO E MELHORIA

A Avaliação de Desempenho se fundamenta em dois preceitos. O primeiro é a implementação de um plano de coleta de dados com o intuito de monitorar e medir. O segundo, analisar de maneira sistemática e avaliar a melhoria contínua do DE e o SGE. Esse requisito conta com ações de validação dos resultados medidos, auditorias internas e análise crítica pela alta direção.

Embora a WEG e a GM não tenham discriminado esse plano de coleta de dados elas informam alguns resultados da implementação de seus SGE. A WEG informa são valores quantitativos que expressam em números a melhoria de seus DE. A GM não expressou seus números de melhoria, apenas prêmios de eficiência energética recebidos.

De acordo com o segundo preceito dessa etapa, a análise sistemática por parte dos casos WEG se deu ao se obter valores finais de desempenho do SGE dos quais podem ser comparados com os medidos antes de sua implantação. Isso permite uma avaliação da melhoria contínua do DE e uma análise crítica da direção, e cumprimento desse requisito por parte das organizações.

Os resultados validados pela WEG informam uma redução de 13% do IDE de produção de motores kWh/potência produzida e de 17% do IDE de consumo de energia elétrica dos ensaios kWh/ensaio realizado. Segundo a organização, essa economia equivale a cerca de dois meses de gasto em energia elétrica na unidade. Esses valores dos IDEs são apresentados na Tab. (4).

Tabela 4 – Resultados dos IDEs após implantação do SGE na WEG, no período base de 2011 a 2012.

IDE	2011	2012	Redução (%)
Consumo de energia x potência produzida [kWh/cv produzido]	0,83	0,72	13%
Consumo de energia x ensaio realizado [kWh/ensaio realizado]	714	587,8	17%

Fonte: Guia para aplicação da norma ABNT NBR ISO 50001 - Gestão de Energia (ICA, 2016)

Não se obteve dados discriminados para o caso da GM. Uma das indicações de resultados informados foi o prêmio de destaque internacional por eficiência energética. A unidade conquistou o *Energy Star Challenge for Industry Recognition*. Concedido pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (U.S Environmental Protection Agency). Outro prêmio é o ENERGY STAR - *Partner of the Year Sustained Excellence*, por ter atingido redução mínima de 10% no consumo de energia elétrica em um prazo de 5 anos. A GM recebeu em 2019, pela 8ª vez (GM, 2019).

A Melhoria trabalha as não conformidades do SGE e suas respectivas ações corretivas. Também aparece como requisito dessa etapa a “melhoria contínua”, em que a organização deve melhorar continuamente a adequação, suficiência, conformidade, êxito e alcance do seu SGE. Conta com categorias de ação a definição de prioridades e a análise de estratégia de promoção de melhorias.

A WEG considerou a implementação de um SGE baseado na Norma ISO 50.001 satisfatório e planeja expandir para todas as suas unidades em funcionamento no Brasil para alcançar a melhoria de se DE continuado e sistematicamente. A GM aponta como principais fatores de perpetuação da melhoria contínua do DE

acompanhar as mudanças tecnológicas, competência profissional e engajamento (ICA, 2016).

Os dados não conseguem elucidar como foram cumpridos os requisitos dessas etapas. Embora a WEG tenha apontado a evolução de seus IDEs e seu objetivo em expandir a implementação do SGE para todas suas unidades, não se consegue investigar mais a fundo e categorizar as ações correspondentes a esses requisitos.

Entretanto, ao se analisar essas informações apenas com a ótica dos resultados, não como cumprimento de requisitos, interpretações sobre a redução do consumo do indicador energético da WEG podem ser realizadas a fim de comprovar a efetivação do SGE na fábrica.

Essa apresentação de resultados permite acreditar que as ações passadas de planejamento, apoio e operação podem ser aplicáveis a outras situações reais de implantação de um SGE. Levou-se em conta que as etapas “P” e “D” do ciclo PDCA são fases de materialização dos planos de ação do SGE, enquanto que as etapas “C” e “A” indicam valores monitorados e avaliações de melhoria contínua que podem ser realizadas.

10.2 LÓGICA DE REPLICAÇÃO

Após o cumprimento dos requisitos da ISO 50.001 pelas organizações e a comprovação da efetivação do SGE na WEG, é comparado as ações, em sequência, que cada caso tomou em cada etapa do ciclo PDCA com o ciclo teórico. Essa comparação entre o fenômeno do mundo real com a teoria representa a técnica de generalização analítica de resultados.

De acordo com a Fig. (7), presente no capítulo 3, a etapa de planejamento avalia os requisitos necessários de implementação do SGE. A WEG e a GM fizeram um levantamento do uso e consumo de energia; os principais USEs e suas variáveis relevantes; estabelecimento de indicadores IDE e suas curvas LBE; definição de objetivos e metas energéticas. Dessa forma, ao se generalizar as ações possíveis para a etapa de planejamento, as atitudes de ambos os casos validam as proposições teóricas dessa etapa do ciclo PDCA.

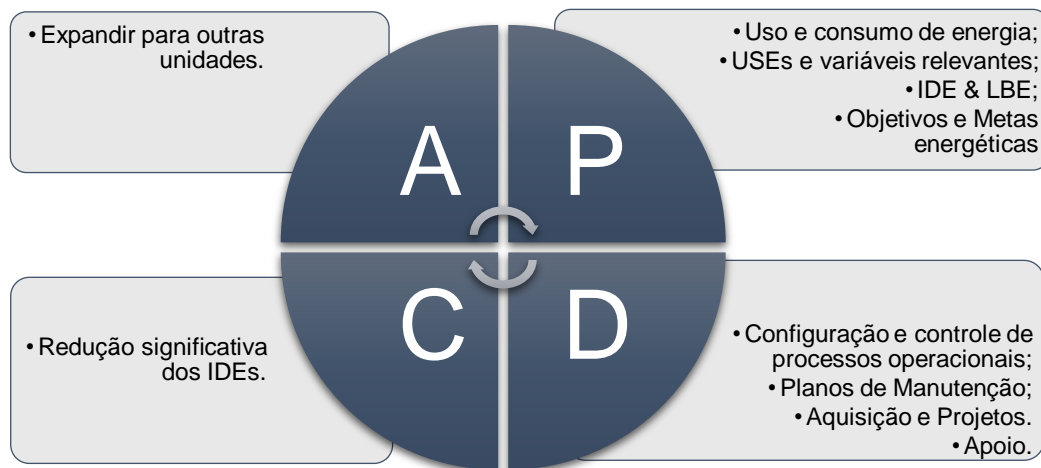
O mesmo ciclo PDCA aplicado a um SGE caracteriza a etapa “D” como desenvolvimento das atividades do plano de ação. De acordo com os princípios teóricos da norma, a configuração e o controle de procedimentos operacionais e de manutenção, a aquisição e os projetos de melhoria e os demais requisitos de apoio

demonstrados pelos casos confirmam uma manifestação concreta das proposições iniciais.

Levando-se em conta o caso WEG, as etapas de avaliação de desempenho e melhoria não obtiveram uma explanação de suas ações. Porém, ao se verificar os resultados obtidos pela WEG e suas metas de expansão, considera-se que o SGE foi efetivado. Ao se verificar que os IDEs reduziram consideravelmente, pode-se afirmar que também houve melhoria do DE.

Na Fig. (15), é indicada uma replicação literal do ciclo PDCA teórico, aplicado ao SGE para os casos estudados. As evidências reais, ao serem categorizadas, validadas e apresentadas de maneira sequencial, obedecendo a lógica PDCA, permitem generalizar as ações tomadas em cada caso à luz do que propõe a Norma ISO 50.001 como cumprimento de requisitos e efetivação do SGE, caracterizando uma lógica de replicação.

Figura 11 – Replicação literal dos casos GM e WEG comparados com o ciclo PDCA teórico de implementação de um SGE proposto pela Norma ISO 50.001:2018.



Fonte: Próprio autor (2019)

Sendo assim, esse novo ciclo proposto objetiva indicar uma lógica de replicação de implantação de um SGE pela ISO 50.001 para outros casos diferentes. As ações descritas em cada etapa, como por exemplo, a configuração e o controle dos processos operacionais, podem ser aplicáveis em outras situações e indicam que as proposições teóricas tem fundamento práticos.

Essa tratativa específica dos casos, analisando o cumprimento dos requisitos da Norma ISO 50.001 na síntese cruzada de dados; a efetivação de um SGE pela

ótica dos resultados obtidos pelas organizações; a melhora do DE pela WEG representado na lógica de replicação, reflete exatamente o que se propôs descobrir no problema de pesquisa apresentado na introdução. Essas ferramentas analíticas são instrumentos poderosos para análise de dados e interpretação de resultados e delas vieram a resposta confirmatória para a questão de pesquisa indicada na lógica de replicação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tema da sistematização do uso e consumo de energia por meio da aplicação de requisitos da Norma ISO 50.001 foi escolhido devido sua vasta aplicação e necessidade social e econômica. O método de estudo de caso se encaixou com a proposta por investigar um fenômeno real, do qual havia certa carência de dados.

A monografia focou em demonstrar como a aplicação de requisitos da Norma ISO 50.001, pelos casos selecionados, puderam efetivar seus respectivos SGE para promover a melhoria do DE. Essa constatação veio com a lógica de replicação proposta, fundamentada pela criação de uma generalização dos resultados que refletiu as proposições teóricas.

Parte da evidência esperada foi encontrada por meio da aplicação do protocolo de estudo de caso para os requisitos que continham dados suficientes sobre os casos. Em seguida, essa evidência foi trabalhada por meio do método de cruzamento de dados e notou-se um padrão de ações realizadas por cada caso para cumprimento dos requisitos presentes na ISO 50.001. Com a categorização dessas ações, foi possível verificar que os casos possuem perfis semelhantes e podem ser considerados uma replicação literal.

A efetivação do SGE por parte das organizações é certa, porém, os dados disponíveis, principalmente para o caso GM, não permite que o estudo de caso confirme sua implementação. Pesquisas futuras com acesso a esses dados podem utilizar do método de Síntese Cruzada de Dados para atestarem o cumprimento dos requisitos de Avaliação de desempenho e melhoria.

Embora não tenha sido possível ter uma maior familiaridade com os requisitos finais do ciclo PDCA de implementação de um SGE, é possível afirmar uma melhora do DE em ambos os casos. A WEG demonstra claramente por meio da redução de indicadores. Sendo assim, foi possível relacionar as ações adotadas por cada caso com os resultados de melhora do desempenho energético. Ao aplicar a generalização analítica dos resultados, foi encontrada e indicada uma lógica de replicação para casos futuros.

O problema de pesquisa conseguiu ser explorado ao ponto de confirmar que o cumprimento de requisitos e a efetivação de um SGE puderam melhorar o desempenho energético da WEG. Todos os dados e evidências disponíveis puderam ser confirmados pelas proposições teóricas.

Frente o cenário atual, a proposta de sistematização, estruturação e organização do uso e consumo de energia, por meio de abordagem de desempenho energético e a criação de um sistema de gestão de energia se mostra relevante diante os números e resultados da indústria nacional. O presente trabalho traz um estudo atualizado, diante da publicação da segunda edição da norma ISO 50.001, publicada em 2018, permitindo que as variadas instituições, sejam de ensino ou produtivas, possam aplicar conceitos apresentados nesse trabalho e desenvolve-los em suas organizações.

A pesquisa teve limites de informação e dados dos procedimentos internos de cada organização, o que já era esperado. As referências tratadas nesse trabalho foram encontradas na internet e são de domínio público. Para encontrar materiais e bases mais profundas de conhecimento seria necessária uma permissão das empresas. Contudo, entende-se como satisfatório os elementos presentes no trabalho com foco em exploração e compreende-se que tais conhecimentos são de confiança empresarial que permitem que cada organização desenvolva seu modelo interno e competitivo de negócio.

É importante salientar que o presente estudo se baseou na segunda edição da norma ISO 50.001. Publicada em 2018, ainda não se acha trabalhos aprofundados em 2019 com facilidade, com grande parte da literatura disponível ainda baseada na primeira edição publicada em 2011, tornando este pioneiro e precursor de trabalhos futuros.

BIBLIOGRAFIA

- ABESCO – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVIÇOS DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA. **Potencial de Eficiência Energética no Brasil: De 2008 a 2016.** [S. l.], abril 2017. Disponível em: <http://www.abesco.com.br/wp-content/uploads/2017/05/Potencial-de-Economia-Setor-2016-Divulga%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 1 dez. 2019.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 50001:2018: Sistemas de gestão da energia - Requisitos com orientações para uso.** 2 ed. Rio de Janeiro, 2018. 34 p
- ALTOÉ, Leandra et al . Políticas públicas de incentivo à eficiência energética. **Estud. av.**, São Paulo, v.31, n.89, p.285-297, Abril 2017. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142017000100285&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 25 jun. 2019.
- ALVES, Érika Andrade Castro. O PDCA como ferramenta de gestão da rotina. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, XI, 2015, Rio de Janeiro. **Anais.** Rio de Janeiro: Inovarse, 2015. Disponível em: http://www.inovarse.org/sites/default/files/T_15_017M_7.pdf. Acesso em: 21 nov. 2019.
- BRASIL. **Lei nº 10295, de 17 de outubro de 2001.** Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências. Brasília, 17 out. 2001. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/LEIS_2001/L10295.htm. Acesso em: 17 abr. 2019.
- CNI – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Eficiência Energética na Indústria: o que foi feito no Brasil, oportunidades de redução de custos e experiência internacional.** Brasília: CNI, 2009. Disponível em: http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app/conteudo_24/2012/09/05/220/20121126132514523849i.pdf. Acesso em: 9 abr. 2019.
- EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balço Energético Nacional 2019: Ano base 2018 / Empresa de Pesquisa Energética.** – Rio de Janeiro : EPE, 2019.
- EM PROL da eficiência energética: Procobre, Eletrobrás e Senai estabelecem parceria para promover a certificação ISO 50.001 em grandes indústrias. **O setor elétrico**, São Paulo, ed. 134, março 2017. Disponível em: https://issuu.com/revistaosetoreletrico/docs/edicao_134_final. Acesso em: 20 nov. 2019.
- GM - GENERAL MOTORS. **Gm do brasil completa 92 anos com inauguração do maior sistema solar da indústria.** São Caetano do Sul, 26 jan. 2017. Disponível em: <https://media.gm.com/media/br/pt/chevrolet/sao-paulo-auto-show-2016.detail.html/content/Pages/news/br/pt/2017/jan/0126-92anos.html>. Acesso em: 11 jun. 2019.
- GM - GENERAL MOTORS. **Fatos Relevantes.** [S. l.], 2019. Disponível em: https://plants.gm.com/media/br/pt/chevrolet/sobre_a_gm/fatos_relevantes.html. Acesso em: 11 jun. 2019.
- HAJE, Lara. **Comissão aprova benefício para empresas que implementarem sistema de gestão de energia.** Brasília: Agência Câmara Notícias, 21 out. 2019. Disponível em:

<https://www.camara.leg.br/noticias/602063-comissao-aprova-beneficio-para-empresas-que-implementarem-sistema-de-gestao-de-energia/>. Acesso em: 1 nov. 2019

ICA – INTERNATIONAL COPPER ASSOCIATION. **Guia para aplicação da norma ABNT NBR ISO 50001 - Gestão de Energia**. São Paulo: ICA, 2016. Disponível em: <https://www.procobre.org/pt/categorias/gestao-de-energia/>. Acesso em: 6 mar. 2019.

ICA – INTERNATIONAL COPPER ASSOCIATION. **Projeto de Implantação de Sistema de Gestão de Energia e Certificação da Norma ABNT NBR ISO 50.001**. São Paulo: ICA, 2018. Disponível em: <https://www.procobre.org/pt/publicacion/sistema-de-gestao-de-energia/>. Acesso em: 8 out. 2019.

ISO – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **The ISO Survey**. [S. l.], 2019. Disponível em: <https://www.iso.org/the-iso-survey.html>. Acesso em: 20 nov. 2019.

MADRUGA, Kátia Cilene Rodrigues. Um panorama da gestão de eficiência energética na indústria alemã. *In: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE, XVI, 2014, São Paulo, 2014*. Disponível em: <http://www.engema.org.br/XVIENGEMA/462.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2019.

MME - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Plano Nacional de Eficiência Energética**. Brasília: MME, 2011.

PINTO, Álvaro Braga Alves. **A gestão da energia com a norma ISO 50001**. 2014. Dissertação (Mestre em Ciências em Engenharia de Energia) - UNIFEI, Itajubá, 2014.

SELEME, Robson; STADLER, Humberto. **Controle da Qualidade: As Ferramentas Essenciais**. 2. ed. rev. e atual. Curitiba: IBPEX, 2012. *E-book* (186 p.).

WEG - WEG EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS S.A. **Isto é WEG**. Jaraguá do Sul, 2019. Disponível em: <https://www.weg.net/institucional/BR/pt/this-is-weg>. Acesso em: 6 jun. 2019.

WEG - WEG EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS S.A. **WEG no mundo**. Jaraguá do Sul, julho 2018. Disponível em: https://static.weg.net/medias/downloadcenter/hdf/h80/50026434_portuguese_web.pdf. Acesso em: 11 jun. 2019.

WEG - WEG EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS S.A. **Isto é WEG**. Jaraguá do Sul, dezembro 2018. Disponível em: https://static.weg.net/medias/downloadcenter/hc8/h05/50020771_portuguese_web.pdf. Acesso em: 11 jun. 2019.

WEG - WEG EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS S.A. **Implantação da ISO 50001 - Sistemas de Gestão de Energia**. Jaraguá do Sul, 2015. Disponível em: <http://www.tec.abinee.org.br/2015/arquivos/s16.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2019.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos** [recurso eletrônico] / Robert K. Yin; [tradução: Cristhian Matheus Herrera]. – 5.ed – Porto Alegre : Bookman, 2015.