

**UNIVERSIDADE DE ARARAQUARA**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**Mario José Garcia Martin**

**ISO 50001 – GESTÃO ENERGÉTICA APLICADA**  
**A UM SUPERMERCADO DO INTERIOR PAULISTA**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Engenharia de Produção da Universidade de Araraquara – UNIARA – como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, Área de Concentração: Gestão Estratégica e Operacional da Produção.

**Prof. Dr. Carlos Magno de Oliveira Valente**  
**Orientador**

**Araraquara, SP – Brasil**  
**2017**

## FICHA CATALOGRÁFICA

M334i Martin, Mario José Garcia  
ISSO 50001-gestão energética aplicada a um supermercado do interior paulista/Mario José Garcia Martin. – Araraquara: Universidade de Araraquara, 2017.  
124f.

Dissertação (Mestrado)- Mestrado Profissional em Engenharia de Produção – Universidade de Araraquara-UNIARA

Orientador: Prof. Dr. Carlos Magno de Oliveira Valente

1. Eficiência energética. 2. Gestão energética. 3. ISO 5001.  
4. Segurança energética. I. Título.

CDU 62-1

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

MARTIN, M. J. G. **ISO 50001 – Gestão energética aplicada a um supermercado do interior paulista**. 2017. 124f. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção - Universidade de Araraquara, Araraquara - SP.

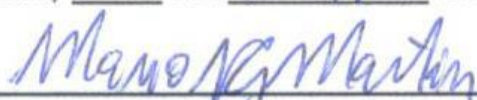
## ATESTADO DE AUTORIA E CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Mario José Garcia Martin

TÍTULO DO TRABALHO: ISO 50001 – Gestão energética aplicada a um supermercado do interior paulista.

TIPO DO TRABALHO/ANO: Dissertação / 2017

Conforme LEI Nº 9.610, DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998, o autor declara ser integralmente responsável pelo conteúdo desta dissertação e concede a Universidade de Araraquara permissão para reproduzi-la, bem como emprestá-la ou ainda vender cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação pode ser reproduzida sem a sua autorização.

  
Assinatura Aluno(a)

---

**Mario José Garcia Martin**

Universidade de Araraquara – UNIARA

Rua Carlos Gomes, 1217, Centro. CEP: 14801–340, Araraquara-SP

E-mail (do autor): [mariogmartin@hotmail.com](mailto:mariogmartin@hotmail.com)



UNIVERSIDADE DE ARARAQUARA - UNIARA  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

FOLHA DE APROVAÇÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Engenharia de Produção da Universidade de Araraquara – UNIARA – para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Área de Concentração: Gestão Estratégica e Operacional da Produção.


NOME DO AUTOR: **MARIO JOSÉ GARCIA MARTIN**

TÍTULO DO TRABALHO:

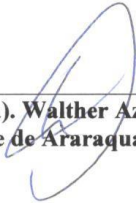
**" ISSO 50001 – GESTÃO ENERGÉTICA APLICADA A UM SUPERMERCADO DO INTERIOR PAULISTA."**

Assinatura do(a) Examinador(a)

Conceito

  
\_\_\_\_\_  
Prof(a). Dr(a). **Carlos Magno de O. Valente (Orientador(a))**  
Universidade de Araraquara - UNIARA

Aprovado ( ) Reprovado

  
\_\_\_\_\_  
Prof(a). Dr(a). **Walther Azzolini Júnior**  
Universidade de Araraquara - UNIARA

Aprovado ( ) Reprovado

  
\_\_\_\_\_  
Prof(a). Dr(a). **Walter Henrique Bernardelli**  
Centro Universitário da Fundação Ed. Barretos - UNIFEB

Aprovado ( ) Reprovado

Versão definitiva revisada pelo(a) Orientador(a) em: 26/12/2017

  
\_\_\_\_\_  
Prof(a). Dr(a). **Carlos Magno de Oliveira Valente (orientador(a))**

Dedico este trabalho especialmente a minha esposa  
Delaine, aos meus filhos Camilla e Ricardo, a minha  
mãe e toda a família, que de uma forma ou outra me  
ajudaram e apoiaram em mais este desafio da minha vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Durante o desenvolvimento do trabalho conheci outras pessoas e acabei também me aproximando mais ainda de pessoas que já conviviam. Dessa forma agradeço a todos que se envolveram diretamente e indiretamente, pela colaboração e apoio na realização deste trabalho.

Ao meu orientador Prof. Dr. Carlos Magno de Oliveira Valente, pela paciência, compreensão, incentivo e preciosa orientação.

Ao coordenador e aos professores da Universidade de Araraquara, do programa de mestrado em Engenharia de Produção e aos colegas da turma de 2014 e 2015 pelos conhecimentos transmitidos, troca de ideias e convivência construtiva do saber.

Aos colegas de profissão e de trabalho da organização SENAI, pelo apoio e troca de conhecimentos na área técnica, em especial ao engenheiro Marcelo Marin pelo valioso apoio em relação a coleta de dados.

Aos funcionários da organização (supermercado), no qual foi realizado a pesquisa de campo, pela presteza, apoio e atenção durante a coleta de dados.

Enfim, agradeço a Deus pela oportunidade de conviver e trocar experiências com todos os profissionais e familiares, que auxiliaram e ajudaram a atingir o meu objetivo.

"Nossas virtudes e nossas faltas são inseparáveis, como a força e a matéria.  
Quando elas se separam, o homem não é mais nada."

(Nikola Tesla)

## RESUMO

Neste trabalho é proposto um modelo de gestão energética adaptado segundo a ABNT NBR ISO 50001, focando as boas práticas aplicadas a um sistema de energia elétrica, envolvendo os consumidores e os sistemas de geração convencional e alternativa (fotovoltaica). O sistema fotovoltaico é proposto com o objetivo de proporcionar uma opção de geração sustentável, com mais eficiência e segurança energética, para um supermercado do interior paulista, que comercializa produtos perecíveis e não perecíveis. Foi realizada uma pesquisa de campo, por meio da coleta de dados administrativos, técnicos e medições, levando-se em conta o uso e consumo de energia, as condições climáticas da região e as características dos principais consumidores da organização, chegando-se ao resultado de que os sistemas de refrigeração são os mais críticos, estabelecendo-se assim o Cenário 1 (cenário atual). Também foi estabelecido o Cenário 2, através do planejamento da gestão energética do uso e consumo da energia e da simulação de um sistema com geração alternativa (fotovoltaica) aplicado ao supermercado, mais especificamente ao setor de refrigeração, para verificar sua eficiência. Como resultado da pesquisa de campo, verificou-se que é possível obter um melhor desempenho energético com a utilização de novas tecnologias como a geração fotovoltaica, usando a gestão energética baseada na ABNT NBR ISO 50001. O intuito é promover mais segurança energética e uma opção a mais no fornecimento das energias alternativas aos setores mais críticos, bem como a redução de energia convencional utilizada no supermercado. Como conclusão, a gestão energética mostrou que a eficiência e a segurança energética podem ser melhoradas e os custos operacionais reduzidos em torno de 13%, utilizando também outras formas de geração de energia elétrica, mesmo que sejam aplicadas somente em alguns setores. Esse sistema alternativo também pode ser reaproveitado, tornando a empresa um gerador distribuidor vinculado ao sistema de energia da concessionária.

**Palavras-chave:** Eficiência energética. Gestão energética. ISO 50001. Segurança energética.

## ABSTRACT

*This work proposes an energy management model adapted according to ABNT NBR ISO 50001, focusing on good practices applied to an electric power system, involving consumers and the conventional and alternative (photovoltaic) generation system. The photovoltaic system is proposed with the objective of providing a sustainable generation option, with more efficiency and energy security, to a supermarket in the interior of São Paulo, which markets perishable and non-perishable products. A field survey was carried out, through the collection of administrative data, technical data and measurements, taking into account the use and consumption of energy, the climatic conditions of the region and the characteristics of the main consumers of the organization. The results point out that refrigeration systems are the most critical, thus establishing Scenario 1 (current scenario). Scenario 2 was established through the planning of the energy management concerning the use and consumption of energy and the simulation of a system with alternative (photovoltaic) generation applied to the supermarket, more specifically to the refrigeration sector, to verify its efficiency. As a result of the field research, it was found that it is possible to obtain a better energy performance with the use of new technologies such as photovoltaic generation, using energy management based on ABNT NBR ISO 50001. The aim is to promote more energy security and an additional option regarding the supply of alternative energy to the most critical sectors, as well as the reduction of conventional energy used in the supermarket. As a conclusion, energy management has shown that energy efficiency and security can be improved and operating costs reduced by around 13%, also using other forms of alternative energy generation, even if they are applied only in some sectors. This alternative system can also be reused, making the company a distributed generator linked to the utility's energy system.*

**Key-words:** *Energy efficiency. Energy management. ISO 50001. Energy security.*



## Lista de figuras

Figura 1 – Modelo do SGE para a norma ABNT NBR ISO 50001.....	36
Figura 2 – Diagrama conceitual do processo de planejamento energético.....	38
Figura 3 – Fluxograma das etapas básicas de uma revisão energética .....	39
Figura 4 – Etapas básicas de uma auditoria energética.....	40
Figura 5 – Composição da matriz energética do Brasil .....	54
Figura 6 – Classificação da pesquisa científica .....	65
Figura 7 – Fluxograma da estrutura da metodologia aplicada.....	71
Figura 8 – Fluxograma funcional de instrumentos de medição digital.....	79
Figura 9 – Diagrama de simulação com o <i>software</i> PVsyst.....	82
Figura 10 – Simulação da geração fotovoltaica do Supermercado SP .....	85
Figura 11 – Curvas de energia elétrica e faturamento – Cenário 1.....	88
Figura 12 – Curvas de Óleo diesel e faturamento – Cenário 1 .....	89
Figura 13 – Curvas de energia elétrica e faturamento – Cenário 2.....	91
Figura 14 – Curvas de energia fotovoltaica e faturamento – Cenário 2 .....	92
Figura 15 – Medição das correntes elétricas do supermercado .....	94

## **Lista de Quadros**

Quadro 1 – Módulos temáticos .....	46
Quadro 2 – Iluminância por classe de tarefas visuais – NBR 5413.....	50
Quadro 3 – Quadros de distribuição para medição .....	78
Quadro 4 – Módulos temáticos adaptados .....	80
Quadro 5 – Descrição dos dados do contrato do supermercado – Cenário 1 ...	100

## Lista de Tabelas

Tabela 1 – Requisitos da norma ISO 50001 .....	37
Tabela 2 – Dados financeiros e físicos da rede de Supermercado SP.....	67
Tabela 3 – Dados da Pesquisa Conjuntural do Comércio Varejista (PCCV) do estado de São Paulo para supermercados (em bilhões de reais).....	68
Tabela 4 – Dados de faturamento mensal para a rede e para o Supermercado SP, e os índices de variação de vendas.....	69
Tabela 5 – Dados do faturamento mensal e faturamento por m <sup>2</sup> para o Supermercado SP (loja).....	69
Tabela 6 – Geração ou Consumo de energia fotovoltaica do sistema .....	85
Tabela 7 – Consumo, faturamento por m <sup>2</sup> (estimado) e linhas de base energética – Cenário 1 .....	87
Tabela 8 – Consumo, faturamento por m <sup>2</sup> e linhas de base energética – Cenário 2 .....	90
Tabela 9 – Demanda média medida nos principais quadros elétricos .....	93
Tabela 10 – Sistemas de refrigeração da organização .....	95
Tabela 11 – Tipos e potência de lâmpadas em cada ambiente – Cenário 1.....	96
Tabela 12 – Comparação das tecnologias de lâmpada fluorescente e LED (compacta e tubular).....	97
Tabela 13 – Tipos e potência de lâmpadas em cada ambiente – Cenário 2.....	97
Tabela 14 – Motores elétricos utilizados no supermercado – Cenário 1 .....	98

## Lista de Abreviaturas e Siglas

a-Si – Silício amorfo

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ADENE – Agência para a Energia

AIDA – Associação Industrial do Distrito de Aveiro

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

APA – Áreas de proteção ambiental

APAS – Associação Paulista de Supermercados

APCER – Associação Portuguesa de Certificação

BEE – *Bureau of Energy Efficiency*

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CCM – Centro de controle de motores

CdTe – Telureto de cádmio

CGH – Central Geradora Hidrelétrica

CGU – Central Geradora Undi-elétrica

CIS – Disseleneto de cobre e índio

CIGS – Índio e gálio

CPV – Célula fotovoltaica para concentração

CRESESB – Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito

DSSC – *Dye-sensitized Solar Cell*

EIA – *Energy Information Administration*

EOL – Central Geradora Eólica

EPE – Empresa de Pesquisa Energética

FECOMERCIO SP – Federação do Comércio de Bens, Serviços e Turismo do Estado de São Paulo

GD – Geração distribuída

HCFCs – Hidroclorofluorcarbonos

HFC – Hidrofluorcarbonetos

HIVE – Exposições de Inovações tecnologias e energia

IAPMEI – Instituto de Apoio às Pequenas e Médias Empresas e à Inovação

IDE – Indicadores de desempenho energético

InAE – Inquérito da Auditoria Energética

INEE – Instituto Nacional de Eficiência Energética

IPQ – Instituto Português da Qualidade  
ISO – International Organization for Standardization  
LED – Diodo emissor de luz  
LNEG – Laboratório Nacional de Energia e Geologia  
m-Si – Silício monocristalina  
MMA – Ministério do Meio Ambiente  
MME – Ministério de Minas e Energia  
ODS – Objetivos de Desenvolvimento de Sustentabilidade  
ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico  
OPV – *Organic Photovoltaics*  
p-Si – Silício policristalino  
PCCV – Pesquisa Conjuntural do Comércio Varejista  
PCH – Pequena Central Hidrelétrica  
PDCA – *Plan-Do-Check-Adjust*  
Proálcool – Programa nacional do álcool  
Procel – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica  
ProGD – Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica  
Proinfa – Programa de incentivo as fontes alternativas de energia elétrica  
REN – Resolução Normativa  
SciELO – *Scientific Electronic Library Online*  
SEA – Agencia de Energia da Suécia  
SGE – Sistema de gestão energética  
SIN – Sistema Interligado Nacional  
SM – Supermercado Moderno  
TCU – Tribunal de Contas da União  
UFV – Central Geradora Solar Fotovoltaica  
UHE – Usina Hidrelétrica  
UNESCO – *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*  
UTE – Usina Termelétrica  
UTN – Usina Termonuclear

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	18
1.1 Contextualização .....	18
1.2 Objetivos da pesquisa .....	22
1.2.1 Objetivo geral .....	22
1.2.2 Objetivos específicos .....	23
1.3 Justificativa .....	23
1.4 Estrutura da dissertação .....	24
<b>2 GESTÃO ENERGÉTICA</b> .....	26
2.1 Contexto da gestão energética .....	26
2.1.1 Sistema de gestão energética (SGE) .....	28
2.2 Eficiência energética .....	30
2.3 Normas ISO .....	33
2.3.1 ISO 50001 .....	35
2.3.1.1 Revisão e Auditoria energética .....	39
2.3.1.2 Linha de base energética .....	41
2.3.1.3 Indicador de desempenho energético .....	43
2.3.1.4 Objetivos, metas e planos de ação para a gestão de energia .....	46
2.4 Módulos temáticos .....	46
2.4.1 Análise tarifária de energia elétrica .....	47
2.4.2 Sistemas de refrigeração .....	48
2.4.3 Sistema de iluminação .....	49
2.4.4 Motores elétricos .....	50
2.4.5 Quadros de distribuição de circuitos e acionamentos .....	51
2.5 Principais aplicações da ISO 50001 – Casos descritos na literatura .....	51
2.6 Geração de energia – Convencional e Alternativa .....	53
2.6.1 Matriz energética .....	54
2.6.2 Matriz elétrica .....	55
2.6.3 Geração alternativa (fotovoltaica) .....	58
2.6.4 Aplicações de geração convencional e alternativa .....	61
2.6.5 Segurança energética .....	62
2.7 Ferramenta de simulação .....	64
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	65
3.1 Delineamento da pesquisa .....	65
3.2 Caracterização da organização .....	66
3.2.1 Dados do faturamento do Supermercado SP .....	67

3.3 Estrutura do processo de aplicação da metodologia.....	70
3.4 Implementação da ISO 50001 na metodologia .....	71
3.4.1 Revisão e Auditoria energética .....	72
3.4.1.1 Primeira Fase – Preparação da auditoria .....	73
3.4.1.2 Segunda Fase – Intervenção no local .....	74
3.4.1.3 Terceira Fase – Tratamento da informação .....	74
3.4.1.4 Quarta Fase – Relatório da auditoria energética.....	75
3.4.2 Linhas de base energética .....	75
3.4.3 Indicador de desempenho energético .....	76
3.4.4 Objetivos, metas e planos de ação para a gestão de energia.....	76
3.5 Sistemas de uso significativo da energia .....	77
3.6 Módulos temáticos.....	79
3.6.1 Sistemas de refrigeração e ar condicionado .....	80
3.6.2 Sistema de iluminação .....	80
3.6.3 Motores elétricos e bombas .....	81
3.6.4 Quadros de distribuição de circuitos e acionamentos.....	81
3.6.5 Análise tarifária de energia elétrica .....	82
3.7 Ferramentas de simulação e dimensionamento .....	82
<b>4 RESULTADOS – Estudo de caso – Supermercado SP .....</b>	<b>84</b>
4.1 Simulação do sistema fotovoltaico .....	84
4.2 Linhas de base energética .....	86
4.2.1 Linhas de base energética – Cenário 1 .....	86
4.2.2 Linhas de base energética – Cenário 2 .....	89
4.3 Sistemas de uso significativo da energia .....	93
4.4 Módulos temáticos .....	94
4.4.1 Sistemas de refrigeração .....	94
4.4.2 Sistema de iluminação .....	95
4.4.3 Motores elétricos .....	98
4.4.4 Quadros de distribuição de circuitos e acionamentos.....	99
4.4.5 Análise tarifária de energia elétrica .....	99
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>101</b>
5.1 Considerações finais e trabalhos futuros .....	103
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>105</b>
<b>Apêndice A: Inquérito para execução de uma auditoria energética .....</b>	<b>117</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Esta é uma seção introdutória com o objetivo de defender os pontos de vista vinculados a uma gestão mais eficiente na utilização da energia elétrica. Esta seção apresentará os argumentos relacionados ao tema, a contextualização, a justificativa, objetivo geral e específico, bem como a estrutura do presente trabalho de dissertação.

## 1.1 Contextualização

Segundo Tolmasquim (2000), as baixas nos reservatórios das usinas hidrelétricas brasileiras ocorreram em um curto espaço de tempo, sendo que ao final de 1997 os reservatórios continham 66% da capacidade de água armazenada, nível que foi reduzido para 18% em 1999. Percebeu-se que a gestão plurianual de reserva não estava sendo usada e que o armazenamento de água ficava dependente somente das chuvas que ocorreriam durante o ano, o que provocou um desequilíbrio entre a demanda e o fornecimento de energia elétrica. Ainda segundo Tolmasquim (2000), pode-se afirmar que a crise que estava por vir era reflexo principalmente do baixo investimento na expansão do sistema elétrico, e não de problemas operacionais.

Segundo Bardelin (2004), o racionamento de energia elétrica ocorrido entre 2001 e 2002 ocasionou uma redução de 24% no consumo de energia no Brasil, afetando todo o setor elétrico e provocando prejuízos econômicos e políticos de forma geral, incluindo o setor industrial, comercial e residencial.

De acordo com a auditoria do Tribunal de Contas da União - TCU (BRASIL, 2003), entre julho de 2001 e fevereiro de 2002 o Brasil foi acometido por uma de suas piores crises energéticas, ocasionando vários apagões elétricos que causaram R\$ 45,2 bilhões em prejuízos. Ainda de acordo com o TCU (BRASIL, 2003), recomendou-se aos órgãos responsáveis pelo setor energético que fizessem um ajuste físico e de pessoal para adequar o planejamento à realidade da demanda do país, evitando novas crises energéticas.

Diante dos fatos apresentados, percebe-se que a energia elétrica é um fator estratégico para o desenvolvimento de um país, sendo necessário estudos aprofundados do planejamento dos investimentos para balancear a demanda e a oferta na utilização desse recurso.

Segundo Tolmasquim (2012), há uma previsão de crescimento da demanda total de energia no país entre 2010 e 2020, sendo que o consumo de eletricidade poderá chegar a 730 TWh, representando um aumento de 61% no referido período. O consumo no setor industrial tem uma parcela significativa neste contexto, entretanto, o setor vem investindo muito na



autoprodução com o intuito de manter a sua funcionalidade e comercializar o excedente. De forma similar, o setor comercial também tem investido na autoprodução com o intuito de reduzir os custos com a energia elétrica no horário de ponta e manter as suas funcionalidades em casos de emergência e falhas no fornecimento pela concessionária.

Nas projeções de demanda de energia elétrica entre 2016 e 2025, é necessário considerar a evolução demográfica, já que a população deve crescer em torno de 12 milhões de pessoas, chegando a 219 milhões de brasileiros, o que poderá influenciar diretamente o aumento no consumo de energia no país. Também foram considerados na projeção de demanda itens como a autoprodução, a eficiência energética do sistema e a geração distribuída de pequeno porte, em especial a geração fotovoltaica em baixa escala, pois tais fatores podem influenciar vários indicadores do mercado (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE), 2016).

Ainda considerando as projeções no período de 2016 a 2025, os dados mostram que o setor comercial apresentará maior crescimento no consumo, com uma taxa de 4,5% ao ano, seguido por “outras classes” com 4,1 % ao ano. Na sequência aparece o setor residencial, com 4,0%, e por fim tem-se o setor industrial com 3,2 % ao ano. Além disso, percebe-se também um aumento na autoprodução de energia elétrica em todos os setores, sendo que o setor industrial crescerá 3,7% ao ano, em relação aos outros setores (EPE, 2016).

Levando em conta crises energéticas que possam vir a ocorrer, também é importante considerar a análise do modelo da matriz energética do país e a sua eficiência energética.

A matriz energética brasileira é composta por fontes renováveis e não renováveis, que representam respectivamente cerca de 39,4% e 60,6% do total consumido no país. Analisando-se os dados de oferta interna de energia, por meio dos balanços energéticos nacionais no período de 2005 até 2015, percebeu-se um acréscimo na oferta de energia não renovável, que representou 55,9% do total em 2005 e 60,6% do total em 2014. Houve também um decréscimo na oferta de energia renovável, que em 2005 representou 44,1%, e em 2014 representou 39,4% do total, sendo que uma das fontes que mais perdeu espaço foi exatamente a geração hidráulica, com redução de 14,9% para 11,5% (EPE, 2015).

Segundo Goldemberg e Lucon (2007), a utilização de fontes energéticas vinculadas a combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás) geram muitos poluentes e podem tornar esses recursos escassos, pois eles são finitos. Por esse motivo representam um grande problema ambiental, e a sua substituição por fontes renováveis deve ser estimulada, principalmente considerando a vocação natural do Brasil, que possui um grande potencial hidráulico. Entretanto, ainda segundo Goldemberg e Lucon (2007), a ideia de substituição das fontes não renováveis por fontes renováveis se torna difícil, porque o novo modelo do setor elétrico

fortaleceu ao longo do tempo a implantação de usinas térmicas através dos “leilões de energia”, que inclusive tornam a energia mais cara e agravam os problemas ambientais. Ainda segundo Goldemberg e Lucon (2007), historicamente o Brasil fundamentou sua matriz energética em usinas hidrelétricas, pois possui grandes reservas hídricas, e por isso depende muito dessa matéria prima.

Segundo a *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* (UNESCO) (2012), a água está envolvida diretamente nas alterações climáticas, como inundações e secas em diversas regiões do planeta, influenciando inclusive a produção econômica, pois a sua utilização está vinculada a todas as fontes de energia e eletricidade, envolvendo as hidrelétricas, termoelétrica entre outras. Dessa forma o mau gerenciamento da água poderia atingir a nossa matriz energética, que é muito dependente desse elemento.

Segundo Goldemberg e Moreira (2005), o Brasil investe muito em geração hidráulica, porque possui abundantes reservas de água e necessita incrementar a sua matriz energética visando aumentar a geração de energia elétrica e garantir o avanço econômico do país. Entretanto, ainda segundo Goldemberg e Moreira (2005), deve-se pensar também na questão da segurança no abastecimento e adotar outras formas de geração primária, de forma a não depender apenas de uma ou duas formas de geração de energia.

De acordo com Camacho (2009), os custos com a energia se tornam cada vez mais preocupantes, pois vários fatores, como a legislação ambiental e o volume de investimentos necessários para incrementar o sistema elétrico, podem influenciar as ofertas e demandas energéticas do país, tornando-se portanto necessário adotar medidas que ampliem a eficiência energética da nossa matriz de energia.

Segundo Reis (2015), a partir da conferência Rio+20 várias questões ambientais e climáticas foram discutidas, incluindo a sugestão do estabelecimento de metas denominadas ODS (Objetivos de Desenvolvimento de Sustentabilidade), sendo que algumas estavam relacionadas a questões energéticas. Ainda segundo Reis (2015), as ODS estão alinhadas com as questões da matriz energética, pois há neste contexto um incentivo a implementação de fontes renováveis e limpas, de forma que essa diversificação pode ajudar a resolver parcialmente as questões de segurança energética, do meio ambiente e do desenvolvimento social-econômico.

Dessa forma há a necessidade de uma matriz energética mais diversificada e renovável, buscando-se outras opções, como a energia eólica e a energia solar, sendo esta última uma das mais promissoras em nosso país.

De acordo com Melo (2013), o potencial eólico brasileiro é muito significativo, chegando a 300 GW, e a sua inserção na matriz elétrica brasileira é cada vez maior, devido às características favoráveis dos ventos, às tecnologias empregadas no sistema, aos preços nos leilões de energia e às facilidades de financiamento destinadas ao setor elétrico.

Entretanto, segundo Leite, Falcao e Borges (2006), a geração eólica é menos confiável se comparada às fontes de geração convencional, principalmente a hidráulica, pois a potência gerada pode variar de acordo com os fatores climáticos em uma determinada região devido a intermitência e velocidade dos ventos.

Dentre as opções de fontes alternativas e renováveis, uma das mais promissoras é a geração fotovoltaica, que utiliza células solares para transformar a luz do sol em energia elétrica. Diversos estudos citam que a radiação solar depende de vários fatores climáticos e que uma boa parte é absorvida e refletida na atmosfera, ou seja, apenas uma pequena parte da radiação incide na superfície terrestre. Entretanto se essa pequena quantidade de radiação fosse convertida em energia, seria suficiente para suprir cerca de dez mil vezes o consumo energético mundial (PINHO E GALDINO, 2014).

De acordo com Pereira et al. (2006), analisando-se a irradiação solar global percebe-se que as regiões brasileiras têm uma situação muito favorável para a utilização da energia solar na geração de energia elétrica, pois o país recebe irradiação na faixa de 1500 a 2500 kWh/m<sup>2</sup>, que é superior à radiação na Alemanha, que está entre 900 e 1250 kWh/m<sup>2</sup>.

Segundo Tolmasquim (2016), apesar da grande expansão e das melhorias nas tecnologias, a geração solar ainda tem custo mais elevado se comparada com as principais formas de geração de eletricidade, ou seja sua implantação de forma sólida só será possível quando houver uma equiparação realmente competitiva em relação a outras fontes de energia.

De acordo com Jacobus et al. (2011), aplicou-se um sistema híbrido fotovoltaico-diesel em um hospital em Serra Leoa com o intuito de avaliar o desempenho do uso de fonte renovável em conjunto com fonte não renovável considerando a sazonalidade da região, obtendo-se uma redução significativa dos custos de operação da organização.

Segundo Zancan et al. (2006), várias empresas supermercadistas no Brasil investem em fontes não renováveis, ou seja, em grupos geradores diesel para reduzir os custos com o consumo de energia elétrica no horário de ponta e ter segurança no fornecimento de energia para suprir suas necessidades.

De acordo com Panesi (2008), os custos com energia elétrica usada nos supermercados podem afetar a competitividade e a eficiência da empresa, sendo que o setor de refrigeração e congelamento (produtos perecíveis) são responsáveis por até 70% do consumo total de

energia da loja. Normalmente as medições de energia são realizadas pela concessionária, mas os consumos específicos não são medidos, e, dessa forma, seria necessário adotar sistemas de gestão e uma metodologia de coleta e medição com objetivo de verificar a eficiência de cada setor da organização.

Segundo a Associação Paulista de Supermercados (APAS) (2013), a energia elétrica pode ser considerada o terceiro principal custo operacional em um supermercado, e pode tornar-se uma fonte de perdas econômicas devido aos altos preços e às constantes interrupções no fornecimento de energia. Ainda segundo a APAS (2013), há uma grande preocupação quanto à segurança alimentar, ao conforto térmico dos clientes e aos níveis de iluminação nos ambientes de exposição de produtos. Neste contexto, é possível adotar medidas na gestão da energia elétrica no estabelecimento para se obter eficiência energética e uso mais racional por meio de procedimentos descritos na norma ISO 50001. De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (2011), a ISO 50001 é uma norma internacional que tem como objetivo implementar um sistema de gestão energética eficiente por meio de procedimentos e diretrizes de orientação para qualquer tipo de organização.

Diante dos argumentos expostos até aqui, o trabalho nos leva a entrelaçar vários fatores que representam uma problemática relacionada ao uso da energia elétrica no setor comercial. Para tal, surge a seguinte questão da pesquisa:

De que forma os procedimentos da gestão energética (ABNT NBR ISO 50001), aplicados aos sistemas de uso e consumo de energia elétrica, poderiam contribuir para melhorar a eficiência e a segurança energética de um supermercado?

Hipoteticamente, a aplicação dos procedimentos da gestão energética poderiam melhorar a eficiência do sistema de energia, pois já foi constatado ter sucesso em várias organizações de renome. Entretanto, é necessário analisarmos detalhadamente a relação entre o consumo de energia e o faturamento, devido as variâncias no uso da energia pelos diversos equipamentos que mantêm os produtos climatizados e refrigerados no supermercado.

## **1.2 Objetivos da pesquisa**

### **1.2.1 Objetivo Geral**

O objetivo deste trabalho é planejar a aplicação da gestão energética (ABNT NBR ISO 50001), referente à utilização da energia elétrica, para melhorar a eficiência e a segurança energética em um supermercado.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Descrever as boas práticas da gestão energética (ABNT NBR ISO 50001), aplicadas ao uso e consumo da energia elétrica convencional, para melhorar a eficiência energética no supermercado.
- Descrever as boas práticas da gestão energética (ABNT NBR ISO 50001), aplicadas ao uso e consumo da energia elétrica alternativa (fotovoltaica), para melhorar o abastecimento de energia no supermercado.

### 1.3 Justificativa

Diante do cenário apresentado no item anterior, que diz respeito aos problemas com a energia elétrica, um elemento essencial para a vida do homem moderno, apresentam-se a seguir os argumentos para justificar o tema do presente trabalho.

Um dos pontos da pesquisa está relacionado com o sistema de refrigeração para conservação de alimentos perecíveis comercializados em um supermercado.

De acordo com Gava (1998), além do prazo de validade dos produtos perecíveis, a temperatura da refrigeração é muito importante para a conservação dos alimentos. Um alimento a 5°C é conservado por cinco dias, entretanto, a 15°C ele se deteriorará em apenas 24 horas. Dessa forma, para manter a qualidade dos produtos, um sistema gerador diesel é utilizado nos momentos de emergência e no horário de pico para manter em funcionamento alguns setores, principalmente o sistema de refrigeração do supermercado.

Percebe-se que, neste caso, o fornecimento de energia elétrica através do uso do gerador diesel está diretamente vinculado a uma situação crítica que é a conservação de alimentos perecíveis. Entretanto podemos dizer que ainda há riscos de falhas neste tipo de geração, e que nesse caso, não há outra opção para suprir essa eventual falha.

Segundo Teixeira, Carvalho e Leite (2011), a energia solar é considerada inesgotável e pode ser usada na geração de energia (efeito de evaporação, fotovoltaica, circulação dos ventos entre outras). Nesse contexto, a geração fotovoltaica é uma ótima opção para complementar outras formas de geração, sendo uma das tecnologias mais desenvolvidas e estudadas quando se fala em energia solar.

De acordo com Oliveira (2013), o dimensionamento da geração de energia com sistemas fotovoltaicos pode ser realizado com o *software* PVsyst, que já é reconhecido na área e tem aplicações em vários países, apresentando boa confiabilidade. Entretanto, há a necessidade de gerenciamento dos recursos e de todo o sistema para que se tenha bons

resultados, de preferência com pouco investimento em equipamentos, e dessa forma a aplicação da gestão energética (ISO 50001) se torna importantíssima em qualquer organização.

De acordo com Frozza et al. (2012), a ABNT NBR ISO 50001 fornece requisitos que podem ser usados para melhorar a eficiência energética em qualquer tipo de organização. Todavia, não foram encontradas informações específicas relacionadas a gestão energética aplicada a sistemas de energia fotovoltaica, de refrigeração e demais consumidores em supermercados no Brasil. Neste contexto, essa forma de gestão energética será adaptada para aplicação nos setores mais significativos e críticos do supermercado, principalmente na refrigeração, com o objetivo de gerir o sistema de geração fotovoltaica como fonte de alimentação alternativa e complementar.

A gestão energética também pode envolver em segundo plano o reaproveitamento do excedente de energia fotovoltaica que a organização venha a gerar no regime de geração distribuída. A geração distribuída tem baixo impacto ambiental e reduz o carregamento das redes elétricas, favorecendo assim a minimização das perdas e a diversificação da matriz energética (INSTITUTO NACIONAL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (INEE), 2014).

De acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) (2012a), a Resolução Normativa (REN) 482/2012 estabelece que o consumidor brasileiro pode gerar sua própria energia elétrica (fontes renováveis), inclusive fornecer o excedente para a rede de distribuição de sua localidade.

Dessa forma, o trabalho visa contribuir e incentivar a utilização da norma ISO 50001 para aumentar a eficiência e a segurança energética, melhorando a qualidade dos serviços e produtos nas organizações. O trabalho tem grande importância uma vez que a norma foi lançada recentemente, mais precisamente em 2011, sendo que foram encontradas poucas aplicações no Brasil, sobretudo na área supermercadista.

#### **1.4 Estrutura da dissertação**

Na seção 1 desenvolveu-se a parte introdutória, com a contextualização sobre a matriz energética, geração e gestão de energia. Também foram abordados a questão da pesquisa, a justificativa e o objetivo geral e específico, vinculados à escolha do tema do trabalho.

Na seção 2 foram abordados os conceitos vinculados à gestão energética (ISO 50001), aspectos da eficiência e segurança energética, das tecnologias dos consumidores e da geração de energia convencional e alternativa (fotovoltaica) e as suas limitações.

Na seção 3 desenvolveu-se a metodologia com base na revisão energética do Cenário 1, que corresponde à situação atual da organização, e do Cenário 2 que projetará a atualização do Cenário 1 por meio da gestão energética e simulações para um período de três anos. A metodologia define o processo de coleta e análise dos dados do uso, consumo e eficiência da energia em toda a instalação elétrica da organização.

Na seção 4 a metodologia foi aplicada e os dados atuais referentes ao uso e consumo da energia foram obtidos por meio de coletas, observações e medições elétricas compondo o Cenário 1. Além disso, após a aplicação dos requisitos da gestão energética e das simulações, foram obtidos novos dados, que compõem o Cenário 2. Esses dados correspondem à atualização das instalações e equipamentos elétricos do supermercado.

Na seção 5 realizou-se a análise da gestão energética e foram apresentadas a conclusão e as considerações finais sobre todos os dados coletados e simulados, considerando-se o Cenário 1 (atual) e o Cenário 2 (atualizado) com a inserção de um sistema de geração fotovoltaica.

## 2 GESTÃO ENERGÉTICA

A revisão bibliográfica relativa ao tema do trabalho foi realizada de 2015 a 2017 utilizando as palavras-chave: gestão energética, gestão em supermercados, ISO 50001, matriz energética, eficiência energética, segurança energética, energia alternativa, geração fotovoltaica, geração convencional e alternativa, em português e inglês. As principais bases utilizadas foram a *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), *Science Direct*, CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e diversos outros bancos de dados de instituições normativas e de qualidade como a *International Organization for Standardization* (ISO), Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), Associação Portuguesa para a qualidade (APQ), e outros da área de engenharia e de universidades brasileiras e estrangeiras.

### 2.1 Contexto da Gestão energética

De acordo com a *Bureau of Energy Efficiency* (BEE) (2010), a gestão energética é um conjunto sistemático de procedimentos formalizados e articulados, vinculando o uso da energia aos processos produtivos de forma a otimizar recursos, reduzindo assim o seu consumo final.

Segundo Oliveira (2004), a gestão de energia pode ser considerada um conjunto de procedimentos que estabelecem várias etapas e ações para que as metas de otimização e redução no consumo de energia em uma indústria sejam atingidas.

Entretanto, várias organizações não dão muita importância à gestão energética devido à baixa porcentagem que a energia elétrica representa quando comparada ao total dos custos operacionais. Por esse motivo ocorrem vários desperdícios, que de certa forma prejudicam a competitividade das empresas (MELO; CAMPELLO; MENESES, 2010).

De acordo com estudos realizados por vários órgãos internacionais ligados ao planejamento e utilização de energia, o consumo da energia elétrica em todo o mundo apresenta índices cada vez maiores. O *U.S. Energy Information Administration* (EIA), um órgão de administração e informação sobre energia envolvendo os grandes consumidores mundiais, publicou o relatório "*International Energy Outlook 2013*" no qual faz projeções de um aumento de 56% no consumo de energia elétrica entre 2010 e 2040 (U.S. ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION (EIA), 2013). Os relatórios do EIA consideram em suas projeções questões como as perspectivas de demanda de energia e dados econômicos específicos de cada país ou região. Também são levadas em consideração as influências



climáticas provocadas pelo excesso de CO<sub>2</sub> lançado na atmosfera e as variações nos preços e possível escassez de algumas matérias primas envolvidas na geração de energia, como é o caso do petróleo e do gás. Essas projeções têm grande importância econômica e por isso são utilizadas normalmente por várias empresas internacionais para o planejamento de investimentos em eletricidade e, conseqüentemente, a gestão da energia elétrica.

De acordo com vários estudos, sabe-se que um dos principais focos da gestão de energia está vinculado aos custos operacionais da empresa com o insumo energia elétrica.

Segundo Capelhart, Turner e Kennedy (2007), a gestão energética está relacionada com o uso da energia de forma coerente e eficiente, com o intuito de se obter mais vantagens competitivas em relação a outras empresas, ou seja, implementando formas de minimizar os custos por meio do uso racional da energia elétrica.

Segundo Associação Portuguesa de Certificação (APCER) (2014), a redução de custos com a energia também tem grande importância para melhorar os índices de eficiência na gestão da energia nas organizações. Entretanto os aspectos ambientais também devem ser levados em conta, considerando que a forma com que a energia é utilizada e consumida pode ocasionar alguns impactos ambientais, principalmente relacionados a emissões de gases que provocam o efeito estufa e prejudicam o meio ambiente.

De acordo com a Agência de Energia da Suécia (SEA) (SWEDISH ENERGY AGENCY, 2013), o processo de gestão de energia vem se tornando um fator muito importante para as empresas, pois, se bem aplicado, pode representar menores custos e a otimização do uso do insumo energia elétrica. Alguns elementos importantes devem ser considerados e estimulados como oportunidades de melhoria na gestão da energia nas empresas, como:

- O uso mais eficiente da energia;
  - Um aumento na parcela de uso de energia renovável;
  - Um aumento na troca de energia com a comunidade vizinha (ex.: calor não utilizado de uma planta industrial sendo usado pelo circuito de aquecimento municipal). Dentro da estrutura do seu sistema de gestão da energia, a organização deve continuamente atentar para encontrar medidas que possam melhorar o desempenho energético em uma das três formas citadas acima.
- As organizações podem decidir por permitir que um órgão independente, um organismo de avaliação da conformidade de sistemas de gestão, audite o seu sistema de gestão da energia. Se a organização cumprir os requisitos da norma, o organismo de terceira parte então emite um certificado. (SEA, 2013, p. 5)

Dessa forma, a análise mais criteriosa dos ambientes das empresas brasileiras pode levar à constatação de oportunidades de utilização de uma ou mais estratégias e conseqüentemente promover melhorias na gestão energética.

### **2.1.1 Sistema de gestão energética (SGE)**

Para organizar os dados relativos à estrutura administrativa e econômica das empresas, normalmente são elaborados vários procedimentos de gestão estratégica, incluindo a gestão energética. Para padronizar tais ações, desenvolve-se um sistema de gestão energética (SGE).

De acordo com o Instituto Português da Qualidade (IPQ) (2012), um SGE deve estabelecer uma estratégia energética com objetivos bem definidos e que procure envolver o máximo de elementos interligados. Assim, os procedimentos energéticos se tornam mais eficientes e possibilitam atingir as metas pré-estabelecidas.

Um sistema de gestão energética (SGE) aplicado a uma empresa normalmente tem o objetivo de verificar todo o fluxo da energia utilizado, observando os pontos onde a energia é utilizada de modo ineficiente e que possam sofrer influência quanto a sua qualidade. Dessa forma busca-se melhorar a eficiência energética dos processos, implementando ações de melhorias e correção de falhas do sistema (FROZZA et al., 2012).

O SGE envolve todos os sistemas que utilizam de alguma forma a energia elétrica dentro de uma empresa e, portanto, é considerado uma referência para a gestão estratégica de uma organização. Normalmente o SGE desenvolve uma estrutura que visa diagnosticar a utilização da energia, bem como procura identificar alguns fatores específicos, que, de uma forma ou outra, possam modificar o seu uso.

Além do controle do fluxo de energia, para que o SGE seja eficaz é necessário que alguns índices de controle sejam constantemente verificados, como: o consumo de energia geral e específica; o fator de carga dos equipamentos que podem influenciar o consumo; os custos da energia elétrica considerando os horários de funcionamento dos equipamentos e da empresa; o contrato de demanda que deve estar ajustado e adequado às condições da empresa e demais ações que foquem a otimização e utilização racional da energia elétrica nas empresas (MARQUES; HADDAD; MARTINS, 2006).

De qualquer forma, o entendimento comum é de que um SGE pode levar uma empresa a uma melhoria de eficiência energética gerando assim grandes vantagens competitivas. Ele deve adaptar-se de acordo com o tipo e necessidade da empresa, ou seja, desenvolve-se o SGE de acordo com a realidade específica da empresa.

Segundo Silva (2015), os objetivos de um SGE podem ser diferentes de uma organização para outra, mas normalmente envolvem a melhoria contínua no consumo e utilização da energia elétrica através dos seguintes itens: desempenho energético; sustentabilidade; impactos ambientais e eficiência energética.

Em alguns casos, as organizações tendem a desenvolver o SGE baseando-se em seus recursos humanos, ou seja, procuram investir mais em seus funcionários para ter um retorno mais eficiente quanto à utilização da energia. De fato, é fundamental que todos os funcionários de uma organização estejam envolvidos para que se tenha sucesso na implementação e execução de um sistema de gestão (SCHNEIDER ELECTRIC, 2012).

Segundo Sena (2010), uma empresa deve incorporar em sua gestão uma política energética que envolva a alta direção e demais gerências e que atenda às suas necessidades específicas de acordo com as exigências de eficiência energética propostas no plano da empresa, focando as suas prioridades operacionais.

Segundo Rocha e Monteiro (2005), devem ser adotadas no planejamento do SGE ações que estimulem e envolvam os colaboradores da organização de forma a conscientizá-los por meio de treinamentos específicos da área, bem como da adoção de ações educativas que foquem a redução do consumo de energia. Ainda segundo Rocha e Monteiro (2005), o investimento em recursos humanos é inferior a 1% do custo total relativo ao SGE implantado na empresa.

De acordo com McCaffrey e Monaghan (2012), o SGE deve considerar um forte inter-relacionamento do setor de gestão com o setor técnico da organização, ou seja, esses setores devem interagir entre si e serem considerados como uma única estrutura.

Por outro lado, há casos em que as organizações tendem a desenvolver o SGE baseando-se mais em recursos físicos, ou seja, procuram investir mais em equipamentos ou dispositivos para obter um retorno mais eficiente quanto à utilização da energia.

De acordo com Scheihing (2009), normalmente as organizações tendem a projetar investimentos em novas tecnologias para melhorar o desempenho energético. Entretanto, uma análise mais detalhada das instalações pode constatar que a melhoria pode ser alcançada com a gestão do consumo de energia elétrica e do funcionamento dos equipamentos.

Segundo Silva (2015), o SGE poderá ser muito benéfico para a gestão da organização no que diz respeito ao acompanhamento constante do modo e da quantidade de energia que será utilizada e/ou produzida. Ainda segundo Silva (2015), o SGE também poderá ser utilizado para elaborar um plano preventivo, preditivo e reativo em situações de emergência e de interrupção de energia, priorizando assim as áreas da organização onde a energia é mais necessária.

De acordo com Agência para a energia (ADENE) et al. (2012), as organizações podem se tornar mais competitivas e melhorar a sua imagem quando se empenham em melhorar o rendimento energético em um determinado tipo de negócio.

Observamos que a implantação do SGE, apesar das barreiras administrativas e técnicas, mostra-se muito vantajosa para a organização sob vários aspectos, entretanto alguns pontos do sistema de gerenciamento devem ser estabelecidos e planejados.

De acordo com Anisimova (2013), a maioria das normas de gestão de energia utilizadas em vários países estão direcionadas a questões operacionais e acabam desconsiderando a possibilidade da utilização dos recursos energéticos da organização em sua gestão estratégica. Ainda de acordo com Anisimova (2013), o SGE de uma organização deve considerar estratégias econômicas mais atuais, atualização da estrutura e processos da empresa e a inserção de fontes de alimentação que sejam inovadoras e alternativas em relação aos sistemas tradicionais.

Segundo Silva (2013), pode-se afirmar que existe uma relação entre produtividade e eficiência energética. Tal relação foi observada em uma indústria têxtil na Paraíba em um estudo no qual foram analisadas variáveis de produtividade como a produção, consumo de energia e produtividade, além das variáveis de eficiência energética como: gestão energética, sistemas motrizes e de iluminação. Ainda segundo Silva (2013), a aplicação dos princípios da gestão energética na indústria têxtil obteve o seguinte resultado: um potencial de redução de 2% no consumo de energia; um potencial de redução de 22,86% para o sistema de iluminação e um potencial de redução no consumo do sistema motriz da organização.

Nota-se que o SGE deve focar seus esforços em ações que valorizem a eficiência no uso e consumo da energia nas organizações, e deve estar associado ao uso de novas tecnologias e aos requisitos de um sistema de gestão para que se obtenha um bom resultado.

## **2.2 Eficiência energética**

Segundo Honma e Hu (2008) e Hu e Wang (2006), o termo eficiência está relacionado com a forma com que a energia é utilizada, buscando uma melhoria de produtividade ou melhoria no rendimento em comparação com a utilização real ou atual desse insumo.

De acordo com a ABNT (2011), a eficiência energética envolve uma relação quantitativa que pode demonstrar uma melhoria na razão entre elementos de saída e uma determinada entrada, em um sistema que pode abranger serviços, produtos ou energia.

Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) (2014), a instabilidade ocorrida em meados de 1970 em relação ao preço do petróleo começou a provocar uma mudança de pensamento, e a eficiência no uso da energia se tornou uma preocupação em vários setores, pois o seu uso com mais coerência e rendimento teria um menor impacto nas áreas socioeconômicas, ambientais e culturais. Ainda segundo a EPE (2014), a utilização de

equipamentos mais eficientes e mudanças de atitude na maneira como a energia poderia ser usada tornou mais evidente que o investimento em eficiência energética teria um custo menor do que o investimento em mais produção de energia, ou seja, seria mais viável usar menos energia para realizar o mesmo trabalho melhorando o rendimento do seu uso.

De acordo com Soares (2015a), o conceito de eficiência energética está intimamente interligado às mais diversas formas de conversão de energia, ou seja, a maneira como a energia sofre a transformação para executar algum tipo de trabalho. Ainda segundo Soares (2015a), para se conseguir uma melhor eficiência energética em uma organização, é necessário melhorar a gestão de energia nos processos industriais ao invés de utilizar novas tecnologias.

Entretanto, segundo Goldemberg e Lucon (2007), as medidas de eficiência energética talvez não tenham um impacto tão grande no Brasil, pois o país ainda está se desenvolvendo e o consumo per capita ainda é pequeno. Mesmo assim é aconselhável que haja investimentos em tecnologias novas e mais eficientes para que o país tenha um desenvolvimento fundamentado em eficiência energética o mais cedo possível. O uso racional e eficiente através da conservação de energia também é muito benéfico pois resulta em diminuição do consumo e aumento dos investimentos em projetos de geração de energia desde que haja planejamento para a oferta aos consumidores finais. Ainda segundo Goldemberg e Lucon (2007), as medidas de eficiência energética se mostram muito viáveis pois têm a capacidade de reduzir os custos do insumo e de operação no sistema e, ao mesmo tempo, de diminuir os impactos ambientais por meio da redução do consumo de energia.

Para incentivar e promover ações que foquem a eficiência energética no Brasil foi criado em 1985 o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel), gerenciado pelo Ministério de Minas e Energia (MME) e executado pela Eletrobrás. O Procel tem a finalidade de incentivar e aumentar a eficiência de bens e serviços focando áreas como gestão de energia municipal, gestão de energia industrial e em edificações, programas de etiquetagem, bem como de promover ações de educação e conscientização ambiental relacionados ao assunto. Segundo a ANEEL (2012b), para incentivar e embasar ainda mais as ações de eficiência energética, o governo instituiu algumas leis que promovem o uso de tecnologias mais eficientes. A Lei n.9.991 de 24 de julho de 2000 dispõe sobre investimentos em pesquisa e desenvolvimento em eficiência energética por parte das empresas concessionárias. Em alguns artigos, a Lei n.9.991 de 24 de julho de 2000 estabelece:

-Art. 1º As concessionárias e permissionárias de serviços públicos de distribuição de energia elétrica ficam obrigadas a aplicar, anualmente, o montante de, no mínimo, setenta e cinco centésimos por cento de sua receita operacional líquida em pesquisa e desenvolvimento do setor elétrico e, no mínimo, vinte e cinco centésimos por cento em programas de eficiência energética no uso final.

-Art. 2º As concessionárias de geração e empresas autorizadas à produção independente de energia elétrica ficam obrigadas a aplicar, anualmente, o montante de, no mínimo, um por cento de sua receita operacional líquida em pesquisa e desenvolvimento do setor elétrico, excluindo-se, por isenção, as empresas que gerem energia exclusivamente a partir de instalações eólicas, solares, de biomassa e pequenas centrais hidroelétricas. (BRASIL, 2000, p. 1 )

Ainda segundo a ANEEL (2012b), a Lei n.10.295 de 17 de outubro de 2001 dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia. Em alguns artigos a Lei n. 10.295 de 17 de outubro de 2001 estabelece:

-Art. 1º A Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia visa a alocação eficiente de recursos energéticos e a preservação do meio ambiente.

-Art. 2º O Poder Executivo estabelecerá 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.

-Art. 3º Os fabricantes e os importadores de máquinas e aparelhos consumidores de energia são obrigados a adotar as medidas necessárias para que sejam obedecidos os níveis máximos de consumo de energia e mínimos de eficiência energética, constantes da regulamentação específica estabelecida para cada tipo de máquina e aparelho. (BRASIL, 2001, p. 1)

Segundo a ANEEL (2012a), foi estabelecida a REN 482, Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, que determina e estabelece requisitos para que os consumidores possam utilizar o sistema de microgeração e minigeração distribuída vinculada à rede de distribuição de energia elétrica e possam usufruir do sistema de compensação de energia elétrica. Em alguns artigos da REN 482 fica estabelecido:

-Art. 1º Estabelecer as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuídas aos sistemas de distribuição de energia elétrica e o sistema de compensação de energia elétrica.

-Art. 2º Para efeitos desta Resolução, ficam adotadas as seguintes definições:

I - Microgeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 75 kW e que utilize cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras; (Redação dada pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.) II - Minigeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 3 MW para fontes hídricas ou menor ou igual a 5 MW para cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou para as demais fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras; (Redação dada pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015). III - sistema de compensação de energia elétrica: sistema no qual a energia ativa injetada por unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída é cedida, por meio de empréstimo gratuito, à distribuidora local e posteriormente compensada com o consumo de energia elétrica ativa; (Redação dada pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015). (ANEEL, 2012a- Atualizada em 2015)

Outro programa de incentivo lançado pelo governo para a melhoria do desempenho energético é o ProGD ou “Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica”, desenvolvido para amparar a REN 482, citada anteriormente. De acordo com a portaria nº 538, de 15 de dezembro de 2015 (BRASIL, 2015), criou-se o ProGD, com o intuito de incentivar os investimentos na geração de energia pelo próprio consumidor, em especial a energia solar fotovoltaica. São estabelecidos em alguns artigos da portaria:

-Art. 1º Criar o Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica - ProGD, com os seguintes objetivos: I - promover a ampliação da geração distribuída de energia elétrica, com base em fontes renováveis e cogeração; II - incentivar a implantação de geração distribuída em: a) edificações públicas, tais como escolas, universidades e hospitais; e b) edificações comerciais, industriais e residenciais.

-Art. 2º O ProGD compreende a geração distribuída dos sistemas elencados a seguir: I - geração distribuída de que trata o art. 2º, § 8º, alínea "a", da Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004, observado o disposto nos arts. 14, 15, §§ 3º e 4º, do Decreto nº 5.163, de 30 de julho de 2004; e II - microgeração e minigeração distribuída, definida conforme regulação da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. (BRASIL, 2015, p.1)

Segundo Frozza et al. (2012), a implementação de um programa de EE (Eficiência energética) nem sempre é a melhor opção se comparado ao sistema de gestão energética, pois compreende ações mais específicas e de curto prazo, que têm um custo mais alto dependendo do processo no qual será aplicado.

### 2.3 Normas ISO

Ao longo da história, os países sempre tiveram a necessidade de fazer a comercialização de produtos, a troca de informações científicas, técnicas, serviços e de manter o bom relacionamento entre si, com o intuito de se desenvolverem na área política, econômica e social. Apesar das divergências entre várias nações, o comércio se tornou tão importante que houve a necessidade de criar uma padronização e normalização dos produtos fabricados e comercializados. Ao longo do tempo, vários países criaram órgãos próprios e adotaram algum tipo de padronização para seus produtos. Entretanto, essas regras locais acabaram gerando inúmeras normas diferentes para o mesmo tipo de produto, com qualidade duvidosa e que deixavam os consumidores confusos.

Segundo a *International Organization for Standardization* (ISO) (2016), a sua história teve início em 1946, quando um grupo de representantes de 25 países se reuniu em Londres e decidiu fazer a unificação dos padrões dos produtos industrializados, criando uma organização internacional para desenvolver normas padronizadas para os países membros. Em 1947, em Genebra, na Suíça, foi criada então a ISO (*International Organization for*

*Standardization*), ou seja, a Organização Internacional de Padronização, uma entidade mundial que atualmente é composta por 163 representantes, que são organismos de normalização de vários países membros. A ISO organiza e aprova normas internacionais em várias áreas de interesse econômico e técnico, por meio de discussões e votações de seus membros. O Brasil é membro desde a fundação em 1947 e é representado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Ainda segundo a ISO (2016), as normas desenvolvidas pelos comitês são documentos de referência que retratam a experiência de especialistas de vários países e estabelecem requisitos, especificações e procedimentos mais adequados para diversas áreas e situações. Com isso, materiais, produtos, serviços e processos são desenvolvidos de forma padronizada, para que atendam as condições necessárias à sua utilização. As normas mais conhecidas mundialmente são a ISO 9001 e a ISO 14001, que buscam implementar nas organizações procedimentos para garantir um mínimo de qualidade e padronização nos produtos e serviços. A ISO 9001 é focada na gestão da qualidade de produtos e serviços em diversas áreas, principalmente na área industrial, estabelecendo procedimentos de padronização, por exemplo na produção de automóveis e seus insumos. Ela normalmente é utilizada na indústria como ferramenta para otimizar os processos de fabricação de forma ininterrupta, ou seja, há uma preocupação constante em melhoria contínua na produção e seus processos. A ISO 9001 é bem abrangente e pode estar atrelada a outras normas, como é o caso das normas vinculadas a área ambiental, de saúde e de segurança. O principal objetivo da norma ISO 9001 é melhorar a gestão da organização de forma global, por isso em muitos casos é necessária a utilização de outras normas para que se consiga melhores resultados para a sua implantação. As certificações ISO 9001 e de outras normas ISO, normalmente são obtidas por uma organização através de instituições credenciadas pela ISO, conhecidas como Organismo de Acreditação. Essas instituições verificam o cumprimento de vários requisitos pré-estabelecidos na norma pelo requisitante em seus processos.

Ainda segundo a ISO (2016), outra norma de grande relevância é a ISO 14001, que trata da gestão ambiental de uma organização. É considerada uma ferramenta para tratar as questões ambientais envolvidas nos processos de produção, de forma a identificar situações e priorizar ações que gerenciem todos os riscos ambientais. Dessa forma, a empresa certificada passa a ter uma maior responsabilidade em relação à prevenção dos agentes poluidores originários de seus processos, bem como de outros insumos constantes em seus produtos finais que foram fornecidos por outras empresas, realizando constantes auditorias com o foco na melhoria contínua na gestão da empresa.



A implementação dos procedimentos da ISO 14001 pode melhorar muito o desempenho da organização e torná-la mais competitiva no mercado, pois através da norma é adotado um conjunto de medidas que minimiza os impactos ambientais e conseqüentemente contribui para a preservação da biodiversidade e a qualidade da população.

De acordo com a ABNT (2011), uma organização pode integrar normas desde que elas estejam relacionadas a sistemas de qualidade, ambiental, segurança e saúde ocupacional. Pensando-se sempre em um processo de evolução e melhoria contínua, foi elaborada a norma ISO 50001 com o objetivo genérico de estabelecer sistemas que possam melhorar o desempenho energético nas organizações. A implementação da ISO 50001 pode levar uma organização a diminuir os impactos ambientais e reduzir os custos nos sistemas de produção em que há a utilização de energia. Neste contexto a ISO 50001 foi elaborada a partir de elementos comuns com as normas ISO 9001, ISO 14001 e ISO 22000, assegurando assim boa compatibilidade e viabilidade para a sua integração e facilidade de aplicação nas organizações.

### **2.3.1 ISO 50001**

Segundo a ABNT (2011), a norma ISO 50001 tem o objetivo de capacitar as organizações a desenvolverem sistemas e processos para melhorar o desempenho energético, levando em consideração a maneira como a energia é utilizada e consumida, buscando assim a redução nos impactos que ela pode causar, bem como uma maior eficiência energética com o intuito de reduzir os seus custos.

Segundo Soares (2015b), o principal objetivo da norma ISO 50001 é orientar as organizações para que tenham sistemas e processos que melhorem o uso, o consumo e a eficiência energética globalmente, por meio do estabelecimento de requisitos do SGE.

De acordo com a ABNT (2011), uma organização pode utilizar a norma ISO 50001 para embasar a elaboração de diretrizes que estabeleçam os objetivos, metas e ações direcionadas para um melhor desempenho da organização em relação a energia, estabelecendo assim a política energética e o sistema de gestão de energia (SGE). Através da política energética e do SGE, a organização poderá decidir quais serão as ações que conduzirão a um caminho para obter melhor desempenho energético e atender requisitos de conformidade da norma. Ainda de acordo com a ABNT (2011), a norma ISO 50001 foi desenvolvida a partir do conceito de melhoria contínua utilizando o ciclo Deming ou ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*), adaptado para ser aplicado às práticas da gestão energética. A figura 1 apresentada a seguir demonstra essa estrutura.

Figura 1 – Modelo do SGE para a norma ABNT NBR ISO 50001



Fonte: ABNT (2011).

Segundo Werkema (1995), o ciclo PDCA é uma ferramenta gerencial que orienta as organizações para atingir as metas estabelecidas e padronizar a melhoria contínua, principalmente durante o processo de tomada de decisão. O ciclo PDCA é estruturado em quatro etapas: Planejar (*Plan*), Fazer (*Do*), Verificar (*Check*) e Agir (*Action*). Ainda segundo Werkema (1995), algumas ferramentas da qualidade como *brainstorming*, 5W1H, diagrama de Ishikawa, fluxograma, entre outras, podem ser usadas para apoiar a aplicação do ciclo PDCA. No caso da norma ABNT NBR ISO 50001, o ciclo PDCA aplicado ao contexto da gestão de energia é composto pelas seguintes etapas:

- Plan (Planejar): executar a revisão energética e estabelecer a linha de base, indicadores de desempenho energético (IDEs), objetivos, metas e planos de ação necessários para obter resultados que levarão à melhoria de desempenho energético em conformidade com a política energética da organização.
- Do (Fazer): Implementar os planos de ação da gestão da energia.
- Check (Verificar): monitorar e medir processos e características principais de operações que determinam o desempenho energético em relação à política e objetivos energéticos, e divulgar os resultados.
- Act (Agir): tomar ações para melhorar continuamente o desempenho energético e o SGE. (ABNT, 2011, p. VI).

De acordo com a Associação Industrial do Distrito de Aveiro (AIDA) (2014), a estrutura do sistema de gestão da ISO 50001 se enquadra no ciclo PDCA.

Tabela 1 – Requisitos da norma ISO 50001.

Requisitos gerais	<b>4.1 Requisitos gerais</b> 4.2 Responsabilidade da gestão 4.2.1 Gestão de topo 4.2.2 Representante da gestão <b>4.3 Política energética</b>
Planejar (P)	<b>4.4 Planejamento energético</b> 4.4.1 Generalidades 4.4.2 Requisitos legais e outros requisitos 4.4.3 Avaliação energética 4.4.4 Consumo energético de referência 4.4.5 Indicadores de desempenho energético 4.4.6 Objetivos energéticos, metas energéticas e planos de ação para a gestão de energia
Executar (D)	<b>4.5 Implementação e operação</b> 4.5.1 Generalidades 4.5.2 Competências, formação e sensibilização 4.5.3 Comunicação 4.5.4 Documentação 4.5.4.1 Requisitos de documentação 4.5.4.2 Controle de documentos 4.5.5 Controle operacional 4.5.6 Concepção 4.5.7 Aprovisionamento de energia, seus serviços, produtos e equipamentos
Verificar (C)	<b>4.6 Verificação</b> 4.6.1 Monitorização, medição e análise 4.6.2 Avaliação da conformidade com exigências legais e outros requisitos 4.6.3 Auditoria interna ao Sistema de Gestão de Energia 4.6.4 Não-conformidades, correções, ações corretivas e ações preventivas 4.6.5 Controle dos registros
Atuar (A)	<b>4.7 Revisão pela gestão</b> 4.7.1 Generalidades 4.7.2 Entradas para a revisão pela gestão 4.7.3 Saídas para a revisão pela gestão

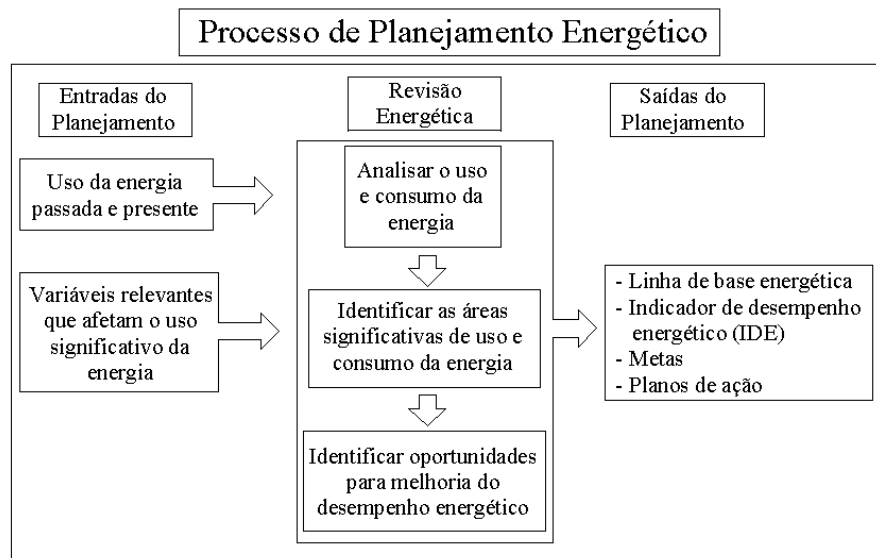
Fonte: Adaptado de AIDA (2014, p. 9)

De acordo com a ABNT (2011), o item 4 da norma ISO 50001 estabelece os requisitos do SGE. O item 4.1 cita os requisitos gerais, que têm o objetivo de atribuir algumas responsabilidades na promoção da melhoria contínua da organização, relacionada ao seu desempenho energético e o SGE. O item 4.2 define os itens de responsabilidade da alta direção e dos representantes da direção, que de forma geral devem apoiar o SGE e garantir a efetiva melhoria contínua no cumprimento dos requisitos da norma. No item 4.3 é especificada a política energética da organização, que tem a participação direta da alta direção e tem a finalidade de envolver todos os colaboradores e levá-los a se comprometerem com a melhoria do desempenho energético.

De acordo com AIDA (2014), o item 4.4 da norma ISO 50001, representado na tabela 1, envolve diretamente uma das etapas do PDCA (Planejamento - *Plan*) no Planejamento energético, que por sua vez deve estar embasado na política energética da organização. Dessa forma, o Planejamento deve envolver a gestão de topo, os representantes da gestão de topo e a política energética para assegurar o sucesso no sistema de gestão de energia. Segundo a

ABNT (2011), o Planejamento energético é considerado um processo que tem o objetivo de revisar todas as atividades que possam de alguma forma modificar o desempenho energético da organização e de melhorá-las continuamente. No contexto do planejamento também há uma certa preocupação no cumprimento das leis envolvidas nos diversos processos e áreas, ou seja, de todos os requisitos legais envolvidos na organização. O processo de planejamento energético pode ser representado através de um diagrama conceitual mostrado na figura 2.

Figura 2 – Diagrama conceitual do processo de planejamento energético



Fonte: Adaptada de ABNT (2011, p. 17)

De acordo com AIDA (2014), para que o SGE tenha um bom resultado é necessária a inserção de um sistema que faça o monitoramento do consumo da energia utilizada na organização, de tal modo que os dados obtidos possam ser analisados e avaliados quanto ao cumprimento dos requisitos estabelecidos na norma ISO 50001. Os requisitos mais importantes para análise são:

- Avaliação energética inicial (requisito 4.4.3);
- Consumo energético de referência (requisito 4.4.4);
- Indicadores de desempenho energético (requisito 4.4.5);
- Objetivos, metas e planos de ação (requisito 4.4.6);
- Controle operacional (requisito 4.5.5);
- Monitorização, medição e análise (requisito 4.6.1). (AIDA, 2014, p. 9)

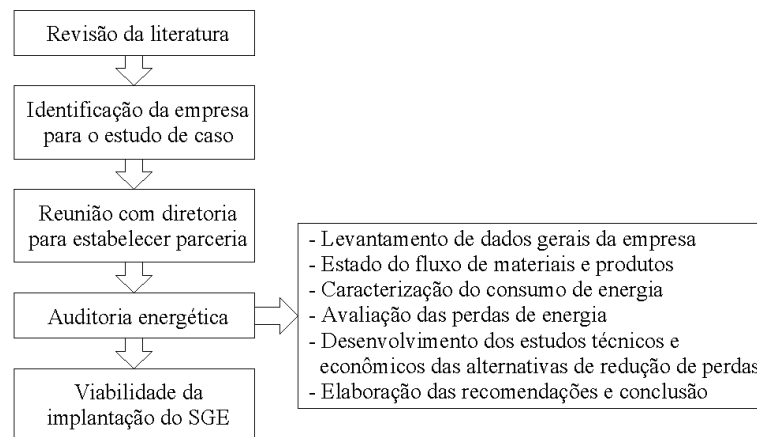
Segundo a ABNT (2011), a revisão energética (item 4.4.3) tem o objetivo de analisar como a energia está sendo usada e consumida, ou seja, quais são as fontes de energia utilizadas e o consumo passado e atual da energia. A análise é baseada em dados de medições com instrumentos apropriados e em outros dados referentes aos equipamentos e seu

funcionamento. Como ponto principal devem ser identificados o uso e consumo mais significantes, além de serem avaliadas outras possibilidades de utilização de instalações, equipamentos mais eficientes, fontes renováveis e alternativas nos processos inerentes à organização. A linha de base energética (item 4.4.4) pode ser estabelecida pela organização a partir da revisão energética (item 4.4.3) realizada inicialmente através de auditorias. As auditorias devem considerar um determinado período de tempo que consiga retratar um ciclo completo de uso e consumo de energia e dados devem ser devidamente registrados para comparação quando houver mudanças no desempenho energético.

### 2.3.1.1 Revisão e Auditoria energética

A revisão energética se traduz diretamente na aplicação das etapas da auditoria energética, que tem a finalidade de visualizar o que ocorre com a energia elétrica na organização. De acordo com Frozza (2013), para o estudo de caso de um frigorífico de aves, elaborou-se uma metodologia organizada em um fluxograma, de modo a facilitar a visualização e o entendimento das etapas a serem desenvolvidas no trabalho, envolvendo a auditoria energética, representada na figura 3.

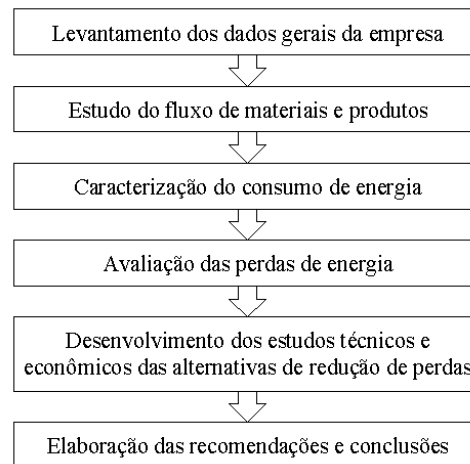
Figura 3 – Fluxograma das etapas básicas de uma revisão energética



Fonte: Adaptado de Frozza (2013, p.70)

Segundo Santos et al. (2006), a auditoria energética é essencial para se determinar o fluxo de energia em um processo, estabelecendo quem usa, quanto custa e de que forma a energia é utilizada. A auditoria energética pode ser organizada e representada de forma simplificada como mostrado na figura 4.

Figura 4 – Etapas básicas de uma auditoria energética



Fonte: Adaptado de Santos et al. (2006)

Segundo Frozza (2013), a auditoria energética envolve diretamente a análise do uso e consumo da energia em uma organização, ou seja, envolve o conhecimento do fluxo da energia e seus insumos, e por consequência envolve a identificação de áreas aonde a energia usada tem mais significância e a identificação de oportunidades de implementação de melhorias e metas no consumo energético.

De acordo com Ferreira (2012), pode-se desenvolver as etapas para a auditoria energética de forma básica e representá-las da seguinte forma:

- Primeira fase - Preparação da auditoria;
- Segunda fase - Intervenção no local;
- Terceira fase - Tratamento das informações
- Quarta fase - Relatório da auditoria energética.

De acordo com a ABNT (2011), a ISO 50001 pode utilizar uma sequência de execução que envolve a delimitação de fronteiras, o fluxo de energia e a coleta de dados.

De acordo com Frozza (2013), a delimitação de fronteiras organiza de forma simples os consumidores da empresa, transformando-os em módulos temáticos ou centros de consumo, facilitando a visualização e a possível interligação entre os blocos de consumo. Essa organização facilita a verificação da eficiência de cada módulo ou fronteira delimitada por meio de medições remotas ou manuais. Em relação à alimentação de energia da organização, a sua origem pode ter diversas fontes que estão vinculadas à água (hidrelétrica), ao gás (termoelétrica), à energia elétrica (baterias) e combustível (grupo gerador diesel) usados em vários processos.

De acordo com a ABNT (2011), considera-se como saída do planejamento, retratado na figura 2, os seguintes elementos: - Linha de base energética; - Indicadores de desempenho energético (IDE); - Objetivos; - Metas e - Planos de ação. Os IDEs devem ser monitorados pela organização e em caso de mudança devem ser comparados com a linha de base energética, ou seja, devem ser analisados quanto ao seu desempenho energético. Os objetivos e metas energéticas devem estar alinhados com a política energética da organização, sendo que se houver qualquer discrepância nas funções, processos ou instalação, os planos de ação devem ser executados para atender à melhoria do desempenho energético estabelecido.

De acordo com Werkema (1995) e a ABNT (2011), o ciclo PDCA aplicado ao modelo do SGE para a norma ABNT NBR ISO 50001 ainda deve envolver as outras três etapas: Fazer (*Do*), Verificar (*Check*) e Agir (*Action*). Entretanto, o desenvolvimento deste trabalho só abrangerá a etapa do Planejamento (*Plan*) devido a questões técnicas e, portanto, a revisão destes outros temas não será desenvolvida neste trabalho.

### **2.3.1.2 Linha de base energética**

De acordo com a ABNT (2011), a linha de base energética de uma organização deve ser estabelecida após a revisão energética, na qual é realizado um estudo do fluxo de energia em um ciclo de utilização específico, que represente uma determinada rotina no uso e consumo da energia.

De acordo com Frozza (2013), pode-se estabelecer uma linha de base energética relacionando a energia consumida em uma indústria com a quantidade de produtos fabricados em um determinado período e estabelecer equações para determinar essa relação. De forma análoga e de acordo com as pesquisas realizadas, percebeu-se que a melhor maneira de estabelecer a linha de base energética de um supermercado é relacionar o consumo de energia (focando as suas fontes geradoras) com o faturamento por metro quadrado (de área de vendas de produtos), em um determinado intervalo de tempo. De acordo com a Associação Brasileira de Supermercados (ABRAS) (2004), o setor supermercadista analisa algumas variáveis para medir o seu desempenho e definir como reduzirá os seus custos ou aumentará a sua margem de lucro, utilizando os seguintes indicadores: - faturamento por funcionário, faturamento por ponto de venda e faturamento por metro quadrado.

Para representar as linhas de base energéticas foram estabelecidas as equações 1, 2 e 3.

$$LBEEC = \frac{\sum EEC}{FATMQ} \quad (1)$$

$$LBEEGD = \frac{\sum EEGD}{FATMQ} \quad (2)$$

$$LBEEGF = \frac{\sum EEGF}{FATMQ} \quad (3)$$

Onde:

*LBEEC* – Linha de base energética da concessionária (kWh/(fat/ m<sup>2</sup>))

*EEC* – Energia elétrica (da concessionária) (kWh)

*LBEEGD* – Linha de base energética do gerador diesel (kWh/(fat / m<sup>2</sup>))

*EEGD* – Energia elétrica do gerador diesel (óleo diesel) (kWh)

*LBEEGF* – Linha de base energética do gerador fotovoltaico (kWh/(fat / m<sup>2</sup>))

*EEGF* – Energia elétrica do gerador fotovoltaico (kWh)

*FATMQ* – Faturamento por metro quadrado (fat / m<sup>2</sup>)

De acordo com Frozza (2013), é possível verificar a relação entre duas variáveis, utilizando o cálculo do fator de correlação de Pearson. Dessa forma verifica-se a correlação entre as variáveis, de tal modo que se o fator de correlação estiver em -1 ou +1 pode-se afirmar que há uma correlação perfeita, ou seja, uma variável muda linearmente em relação a outra variável mostrando uma forte proporcionalidade entre elas.

Segundo Cohen (1988), pode-se estabelecer faixas de valores para se considerar o nível da correlação, sendo que se o cálculo resultar em valores na faixa de 0,5 a 1, a correlação ou linearidade é alta. Entretanto se os valores de cálculos da correlação ficarem entre 0,3 e 0,49 serão considerados como medianos e se os valores ficarem entre 0,1 e 0,29 a correlação é muito baixa. Ainda segundo Cohen (1988), a equação que servirá de base para verificação da correlação entre a linha de base energética e o faturamento por metro quadrado de produtos comercializados no supermercado, pode ser representada pela equação 4.

$$r = \frac{1}{n-1} \sum \left( \frac{xi - \bar{X}}{Sx} \right) \left( \frac{yi - \bar{Y}}{Sy} \right) \quad (4)$$

Onde:

*r* = fator de correlação

$\bar{X}$  = Média de *x*

*n* = número de amostras

$\bar{Y}$  = Média de *y*

*xi* = variável de *x*

*Sx* = desvio padrão de *x*

*yi* = variável de *y*

*Sy* = desvio padrão de *y*

Posteriormente desenvolveu-se o item relacionado a indicadores de desempenho energético, que se refere ao item 4.4.5 da norma ISO 50001.



### 2.3.1.3 Indicador de desempenho energético

De acordo com a ABNT (2011), a ISO 50001 cita o indicador de desempenho energético (IDE) como uma medida quantificável do desempenho na utilização da energia, ou seja, demonstra a eficiência energética do sistema. A organização deve priorizar os IDEs mais importantes e fazer a medição, registro e monitoramento com a finalidade de verificar o desempenho energético constantemente.

Segundo Patterson (1996), os indicadores de desempenho energético têm a finalidade de monitorar parâmetros que podem ser usados para adotar mudanças no SGE, ou seja, que podem ser implementados para melhorar a eficiência com a intenção de manter a produtividade utilizando menos energia. Dessa forma, a eficiência energética relaciona o resultado final de um processo à sua utilização inicial, ou seja, é uma medida do rendimento energético do processo.

Ainda segundo Patterson (1996), os indicadores de desempenho podem ser classificados em quatro grupos, que envolvem sistemas termodinâmicos, físico-termodinâmicos, econômico-termodinâmicos e econômicos. De acordo com as definições, o indicador físico-termodinâmico é o mais significativo para o estudo do caso do supermercado, pois envolve variáveis de entrada termodinâmica, que estão diretamente relacionadas com as transformações de um tipo de energia em outra para produzir trabalho em um determinado processo. Esse indicador também envolve em sua saída um resultado físico, por exemplo, quantificação da produção ou de um processo de armazenagem de determinada quantidade de produto.

Segundo Domanski e Lourenço (2011), o indicador físico-termodinâmico pode ser usado para determinar o consumo específico de energia, relacionando-se o consumo de energia com o produto produzido, ou seja, ele indica quanto de energia foi consumida para produzir um determinado produto. De forma análoga, também é possível relacionar a energia consumida para manter um produto armazenado à quantidade de produto comercializado, ou seja, indicar quanto foi gasto de energia para armazenar e comercializar um determinado produto.

De acordo com Siitonen, Tuomaia e Ahtila (2010), a energia utilizada nos processos industriais pode ser fornecida por fontes diferentes, que devem ser consideradas na determinação do consumo específico.

Dessa forma, a partir das definições dos autores citados anteriormente, as equações 5 e 6 foram adaptadas para o estudo do supermercado.

$$CEEEp = \frac{CEE}{FATMQ} \quad (5)$$

$$CEEGe = \frac{EEh + EEcob + EEfv}{FATMQ} \quad (6)$$

Onde:

*CEEEp* – Consumo de energia elétrica específica (kWh)

*CEE* – Consumo de Energia elétrica (kWh)

*CEEGe* – Consumo de energia elétrica geral (kWh)

*EEh* – Energia elétrica proveniente de fontes hídricas(kW)

*EEcob* – Energia elétrica derivada de combustíveis fósseis(kW)

*EEfv* – Energia elétrica derivada de sistemas fotovoltaicos(kW)

*FATMQ* – Faturamento por metro quadrado (fat / m<sup>2</sup>)

Segundo Ferreira e Ferreira (1994), os IDEs também podem ser classificados quanto a sua abrangência de aplicação, ou seja, se for aplicado para medir a eficiência em uma região, ele é classificado como macroindicador. Entretanto, se for utilizado para medir a eficiência em uma empresa, ele é classificado como microindicador. Quanto aos seus objetivos, os IDEs podem ser classificados como: indicadores descritivos e indicadores explicativos, sendo que ainda podem ser subdivididos em critérios econômicos e critérios técnico-econômicos. O critério técnico-econômico, pode ser usado para determinar a eficiência energética relacionada a variáveis técnicas ou físicas, que podem ser representadas pelo consumo de energia, quantidades de produto, entre outros. Dessa maneira a sua utilização é possível para a análise do caso de um estabelecimento comercial.

De acordo com Saidel, Favato e Morales (2005), foi proposta a utilização de indicadores energéticos para a gestão em uma instituição de ensino focando indicadores explicativos com critérios-econômicos. Relacionou-se índices de consumo de energia total, específicos, consumo médio mensal e por metro quadrado, consumo por funcionário, consumo por aluno, entre outros com a intenção de criar um modelo para este tipo de instituição. No caso do estabelecimento comercial, alguns desses índices foram adaptados para direcionar as situações específicas do ambiente, priorizando o uso e consumo da energia e a comercialização de produtos por metro quadrado.

Para este caso serão determinados alguns índices através das equações 7 e 8.

$$IPCR = \frac{EPR}{ETI} \quad (7)$$

$$IPCT = \frac{ECS}{ETI} \quad (8)$$

Onde:

*IPCR* – Índice percentual de consumo no período reservado (kWh)

*EPR* – Energia no período reservado (kWh)

*IPCT* – Índice percentual de consumo total (kWh)

*ECS* – Energia consumida por setor (kWh)

*ETI* – Energia total da instalação (kWh)

De acordo com Frozza (2013), outros indicadores importantes também podem ser utilizados, como o fator de potência, fator de carga, taxa de distorção harmônica e perdas por aquecimento em cabos, equipamentos e quadros, pois podem influenciar os custos e a qualidade de energia da organização, principalmente com relação à eficiência energética. Para o estudo de caso serão consideradas a análise do fator de potência, que pode representar um custo elevado na fatura de energia da concessionária devido a cobranças de multas quando não há correção, e de perdas por aquecimento em cabos, quadros, instalações e equipamentos.

Segundo a ANEEL (2010), o fator de potência é descrito na Resolução Normativa nº 414, de 2010, tendo como limite mínimo permitido o valor de 0,92 para cargas indutivas ou capacitivas, para unidades consumidoras do grupo A (tensão > 2,3 kV) ou sistemas de distribuição subterrâneo. O fator de potência representa uma relação entre a potência ativa dada em kW e a potência aparente dada em kVA e representa a eficiência no uso da energia elétrica cujo o valor ideal é 1, de acordo com a equação 9.

$$FP = \frac{P (kW)}{S (kVA)} \quad (9)$$

Onde:

*FP* – Fator de potência

*P (kW)* – Potência ativa (kW)

*S (kVA)* – Potência aparente (kVA)

De acordo com Frozza (2013), as perdas elétricas normalmente podem se apresentar em forma de aquecimento sob o efeito joule em diversos pontos da instalação elétrica da organização, como em conectores, barramentos e cabos elétricos mal dimensionados ou mal conectados. As perdas também podem ocorrer em sistemas de proteção e quadros de distribuição que podem estar sobrecarregados ou mal dimensionados. É possível detectar perdas através de instrumentos termográficos ao observar os aquecimentos e através de

medição de quedas de tensão. De forma geral os IDEs serão retratados e calculados em cada módulo temático, principalmente verificando a redução de consumo de energia.

#### 2.3.1.4 Objetivos, metas e planos de ação para a gestão de energia

De acordo com a ABNT (2011), a gestão da ISO 50001 cita que a organização deve coordenar as ações para que os objetivos e as metas energéticas nos diversos níveis, nos processos e nas instalações mais importantes sejam documentadas. Esses objetivos e metas devem ser estabelecidos e implementados de acordo com a necessidade da organização e por isso mesmo devem estar vinculados diretamente com a política energética desejada, visando a melhoria no desempenho energético. Ainda de acordo com a ABNT (2011), os planos de ação devem ser direcionados para que se consiga cumprir os objetivos e metas, por meio da verificação de melhoria de desempenho energético, de resultados, e da atribuição de várias metas individuais aos colaboradores da organização.

#### 2.4 Módulos temáticos

De acordo com Medeiros (2010), a auditoria energética pode ser analisada por diversos métodos e a eficiência é determinada de acordo com os indicadores de desempenho que cada módulo temático pode representar. Normalmente os módulos temáticos analisados são os representados no quadro 1, entretanto, eles podem ser alterados de acordo com a necessidade e utilização da organização.

Quadro 1 – Módulos temáticos

<b>Módulo</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
1	Análise de Conta de Energia + Análise de comportamento de cargas + Correção de fator de potência
2	Ar condicionado + Refrigeração
3	Iluminação
4	Perdas de vapor em tubulações e válvulas + caldeiras
5	Ar comprimido
6	Motores elétricos
7	Bombas
8	Quadros de Distribuição de circuitos
9	Transformadores
10	Qualidade de Energia
11	Fornos e Estufas

Fonte: Medeiros (2010)

Os módulos temáticos do quadro 1 foram adaptados ao ambiente da pesquisa (supermercado), levando em consideração o foco do estudo e priorizando os que teriam mais significância. Os módulos considerados prioritários foram: Análise tarifária de energia ou

Análise da conta de energia; Sistema de refrigeração; Sistema de iluminação; Motores elétricos; Quadros de distribuição de circuitos e acionamentos. Dessa forma, cada item a seguir será abordado focando as características de cada módulo temático vinculadas ao estudo de caso.

#### **2.4.1 Análise tarifária de energia elétrica**

De acordo com a ANEEL (2000), todas as condições gerais de fornecimento de energia elétrica são regulamentadas pela resolução nº 456 de 29 de novembro de 2000, embasada nos demais decretos e normas que regem inclusive os valores das tarifas.

De acordo com Viana et al. (2012), o horário de ponta é definido pela concessionária como o horário de maior consumo de energia e é composto por três horas diárias consecutivas, nas faixa das 18:00h às 21:00 h, com exceção dos sábados, domingos e feriados. No horário de ponta, devido à grande utilização da energia, é cobrada uma tarifa diferenciada, maior do que a cobrada nos demais horários (horário fora da ponta), e que pode variar de acordo com a concessionária e região. Normalmente, o horário fora da ponta é considerado como o consumo de energia elétrica nas outras 21 horas subsequentes, que não estejam entre às 18:00h e 21:00h.

Dependendo do período do ano também há uma diferenciação nas tarifas. Nos períodos em que há muita chuva (período úmido), a tarifação tem o valor padronizado e mais baixo do ano, exatamente pela alta disponibilidade de energia. No período de pouca chuva (período seco), a tarifação é mais alta do que no período úmido, exatamente devido à falta de chuvas e à baixa geração de energia nas usinas hidrelétricas.

De acordo com Viana et. al. (2012), as unidades consumidoras no Brasil são classificadas em dois grupos tarifários. O grupo B envolve os consumidores residenciais, rurais, iluminação pública e demais classes e têm tarifa única. O grupo A (e subclassificações) tem tarifa binômica, que é a cobrança pelo consumo de energia elétrica ativa e pela demanda faturável, com tensões de alimentação acima de 2300 V, atendendo, portanto, consumidores como indústrias, shoppings e edifícios comerciais. Em relação às tarifas, os consumidores do grupo A podem ser enquadrados em três modalidades: Convencional, Horo-sazonal Verde e Azul, sendo que cada modalidade tem regras específicas para o contrato com a concessionária.

Ainda segundo Viana et al. (2012), o cliente enquadrado na estrutura tarifária Convencional terá um contrato de demanda, que estabelece um valor único pela energia consumida independentemente da hora do dia (ponta ou fora de ponta) ou período do ano

(seco ou úmido). Pode-se também enquadrar o cliente de acordo com nível de tensão de 30 a 44 kV (A3a), ou de 2,3 a 25 kV (A4) e para o sistema subterrâneo (AS).

O cliente enquadrado na estrutura tarifária Horo-sazonal Verde, terá um valor estabelecido pelo contrato de demanda, que inclui o consumo na ponta e fora da ponta, a demanda e ultrapassagem pela energia consumida independentemente da hora do dia, entretanto, os valores de demanda podem diferir para o período seco e para o período úmido.

Da mesma forma, o contrato de demanda para a estrutura tarifária Horo-sazonal Azul estipula um valor que inclui o consumo na ponta e fora da ponta, a demanda e ultrapassagem pela energia consumida independentemente da hora do dia, entretanto, os valores de demanda podem diferir para o período seco e para o período úmido. Além disso, deve-se enquadrar o cliente de acordo com nível de tensão de 30 a 44 kV (A3a), ou nível de tensão de 2,3 a 25 kV (A4), para o sistema subterrâneo (AS). Para outros níveis de tensão, o enquadramento será obrigatório se o nível de tensão for de 230 kV ou mais (A1), se o nível de tensão for de 88 a 138 kV (A2) e se o nível de tensão for de 69 kV (A3).

#### **2.4.2 Sistemas de refrigeração**

Segundo Marques (2010), a refrigeração atua em um ambiente retirando o calor através da evaporação de um líquido refrigerante, que tem baixa temperatura e pressão. Dessa forma, teoricamente, o termo refrigeração refere-se à ação de resfriamento de um determinado ambiente, ou seja, remover calor de um ambiente e enviar para outro, de forma controlada, com o objetivo de conservar produtos com aplicações residenciais, comerciais ou industriais. Também pode ser utilizada para climatizar um determinado ambiente com o objetivo de promover o conforto térmico, envolvendo os sistemas de ar condicionado e ventiladores devidamente dimensionados. Ainda segundo Marques (2010), os sistemas de refrigeração basicamente utilizam as tecnologias de compressão a vapor, absorção de vapor, ciclo de ar e termoelétrica.

De acordo com Mendes (2012), percebe-se um aumento na utilização dos sistemas de refrigeração aplicados a conservação, produção de alimentos e na climatização de ambientes. São muito utilizados no setor comercial e de prestação de serviços, entretanto são equipamentos que consomem muita energia elétrica.

Normalmente, o ciclo de refrigeração básico envolve quatro tipos de equipamentos: o compressor (motor elétrico), o condensador, o evaporador e a válvula de expansão. O rendimento do equipamento depende da eficiência de seus dispositivos, sendo que um dos principais elementos é o compressor, que tem seu funcionamento baseado em um motor

elétrico. O funcionamento dos sistemas de refrigeração está associado diretamente ao fluido refrigerante usado nos equipamentos, e por isso esses fluidos interferem diretamente em sua eficiência energética.

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (MMA), Associação Brasileira de Supermercados (ABRAS) e a Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento (ABRAVA) (BRASIL, 2012), um dos fluidos refrigerantes mais utilizados em equipamentos de refrigeração são os hidroclorofluorcarbonos (HCFCs), também conhecido como R22. Ainda segundo MMA, ABRAS e ABRAVA (BRASIL, 2012), para minimizar os efeitos nocivos dos fluidos refrigerantes e melhorar a eficiência dos sistemas, novas tecnologias em equipamentos estão sendo implantadas, utilizando para isso outros fluidos refrigerantes como: R404A e R507A (mistura de hidrofluorcarbonetos (HFCs)), R717 (amônia), R744 (dióxido de carbono), R290 (propano-hidrocarboneto) e R1270 (propileno-hidrocarboneto). Dentre as várias aplicações práticas constatou-se que os fluidos refrigerantes mais usados atualmente nos equipamentos de refrigeração são o R22 e o R404A.

Entretanto, segundo Da Silva, Bandarra Filho e Antunes (2012), alguns estudos mostram que o fluido refrigerante R744 (dióxido de carbono) tem um futuro promissor nos sistemas de refrigeração, pois possui diversas vantagens em relação ao R22 e o R404A, principalmente uma redução de 13 a 24% em relação ao consumo de energia elétrica e menor custos de instalação e manutenção do sistema. Entretanto, o R744 possui alta pressão de trabalho e por isso há a necessidade de se fazer algumas adaptações nos equipamentos já existentes.

### **2.4.3 Sistema de iluminação**

De acordo com a ABNT (1992), a NBR 5413 estabelece um nível de iluminância mínima para interiores de acordo com cada tipo de atividade e ambiente. Para tal, leva-se em consideração o conforto visual nas mais diversas atividades e a estética para se proporcionar o melhor índice de reprodução. O projeto de luminotécnica deve considerar, entre outros, o dimensionamento correto quanto ao nível de iluminação, tipo de lâmpada e luminária adequada à aplicação. Deve garantir também uma boa reprodução de cores, facilidade na manutenção e economia de energia, entre outros fatores. A norma estabelece os níveis de iluminância de acordo com a classe e tipo de atividade, conforme mostrado no quadro 2.

Quadro 2 – Iluminância por classe de tarefas visuais – NBR 5413

Classe	Iluminância (lux)	Tipo de Atividade
A Iluminância geral para áreas usadas ininterruptamente ou com tarefas visuais simples	20 - 30 - 50	Áreas públicas com arredores escuros
	50 - 75 - 100	Orientação simples para permanência curta
	100 - 150 - 200	Recintos não usados para trabalho contínuo; depósitos
	200 - 300 - 500	Tarefas com requisitos visuais limitados, trabalho bruto de maquinaria, auditórios
B Iluminância geral para área de trabalho	500 - 750 - 1000	Tarefas com requisitos visuais normais, trabalho médio de maquinaria, escritórios
	1000 - 1500 - 2000	Tarefas com requisitos especiais, gravação manual, inspeção, indústria de roupas.
C Iluminância adicional para tarefas visuais difíceis	2000 - 3000 - 5000	Tarefas visuais exatas e prolongadas, eletrônica de tamanho pequeno
	5000 - 7500 - 10000	Tarefas visuais muito exatas, montagem de microeletrônica
	10000 - 15000 - 20000	Tarefas visuais muito especiais, cirurgia

Fonte: Adaptado da ABNT (1992, tab. 1, p.2)

Os dispositivos de iluminação mais utilizados na atualidade são as lâmpadas fluorescentes, que funcionam por meio de descarga elétrica que ioniza os gases em seu interior (o mais comum é o argon), e a tecnologia LED (*Light Emitting Diode*) que é vinculada aos semicondutores. Essas tecnologias estão em constante evolução com o intuito de diminuir o consumo de energia elétrica, com destaque para a tecnologia LED.

Segundo Chuang et al. (2010), quando se comparam as tecnologias mais usuais de iluminação, percebe-se que as lâmpadas LED são mais eficientes do que as lâmpadas fluorescentes, proporcionando uma economia de 30%. A tecnologia LED também é mais robusta e a vida útil pode chegar a 100.000 horas, dependendo da qualidade dos dispositivos.

#### 2.4.4 Motores elétricos

Os motores elétricos são uma das principais cargas utilizadas nos setores industriais e comerciais, e por isso, a sua influência no consumo global de uma organização representa uma boa parcela nos custos operacionais.

Segundo Chiovatto (2011), os motores elétricos são responsáveis por 23% do consumo de energia no Brasil, podendo chegar a 70% do consumo industrial, dependendo da área de atuação da organização. Ainda segundo Chiovatto (2011), em várias aplicações os motores são mal dimensionados, têm baixo fator de potência e conseqüentemente baixo rendimento.



Os motores podem influenciar muito os custos da empresa, principalmente se forem equipamentos obsoletos, mal dimensionados, com baixo fator de potência, carregamento de alguma fase, com manutenção irregular, entre outros problemas. Dessa forma, esses itens serão inspecionados em vários módulos temáticos, pois vários equipamentos podem possuir entre os seus dispositivos algum tipo de motor elétrico ou depender em alguma etapa desse elemento, o que pode influenciar o funcionamento dos equipamentos.

Segundo Moreira et al. (2000), genericamente, os motores elétricos são classificados em dois tipos: Motores convencionais e de alto rendimento. O motor convencional apresenta desvantagens em relação ao motor de alto rendimento, tendo um maior consumo de energia, fator de potência mais baixo e maior temperatura de operação.

De acordo com a WEG (2010), foram realizados testes práticos para comprovar a eficiência de motores de alto rendimento em relação a motores *standard* em uma fábrica alimentícia, chegando a um resultado de 9,4% de economia de energia elétrica, com um retorno do investimento em um período de 10 meses.

#### **2.4.5 Quadros de distribuição de circuitos e acionamentos**

Os quadros elétricos são elementos que abrigam vários dispositivos de proteção e de controle que estão vinculados aos diversos equipamentos de todos os setores que necessitam do uso da energia elétrica. Eles podem ser: Quadro geral de força, quadro de distribuição, centro de controle de motores, entre outros. De qualquer forma, a energia usada de forma global ou parcial passa pelos mais diversos tipos de quadros e podem representar algum tipo de desperdício de energia devido a diversas causas.

De acordo com Daniel (2010), a norma NBR 5410 para baixa tensão deve ser utilizada e respeitada na elaboração de projetos elétricos para que se tenha segurança e confiabilidade. Entre outros fatores, a norma estabelece critérios para o dimensionamento correto de condutores elétricos e dispositivos de proteção e controle, de forma a garantir o bom funcionamento das instalações e diminuir as perdas por aquecimento.

#### **2.5 Principais aplicações da ISO 50001 – Casos descritos na literatura**

Desde o seu lançamento em 2011, a ISO 50001 ainda não teve muito adeptos, mas mostra um bom crescimento e vários casos de sucesso ao redor do mundo estão em evidência, com aplicações em grandes organizações como o Schneider Electric, Aviva Stadium, Nissan, IBM, entre outras. Algumas dessas organizações estão até mesmo focando a utilização de energias renováveis atreladas ao sistema de gestão energética como a ISO 50001. Essa

iniciativa quebra algumas barreiras conceituais da norma, que sustenta uma idéia de que a gestão deve ser conduzida sem muito investimento, ou seja, melhorando-se os sistemas que já existem sem adotar necessariamente novas tecnologias. Nessa linha, deve-se pensar em uma gestão que envolva a geração de energia alternativa de forma renovável para promover a segurança energética e a sustentabilidade da organização.

Após o lançamento da ISO 50001 em 2011, a empresa Schneider Electric percebeu a necessidade de se atualizar e implementar algum projeto na área de energia que envolvesse a nova norma, para manter a sua posição de líder mundial em gestão energética e automação. O local escolhido foi a própria sede da Schneider Electric situada em Rueil-Malmaison, nos arredores de Paris. A sede ocupa 35000 metros quadrados de área e conta com 1800 funcionários, além do centro HIVE (exposição de inovações tecnológicas e energia) e um estacionamento coberto por painéis fotovoltaicos que disponibilizam energia gratuita para carga de veículos elétricos estacionados dentro da empresa.(SCHNEIDER ELECTRIC, 2014)

Por meio da implantação dos requisitos da norma, de programas de treinamento e da conscientização dos funcionários, a organização alcançou uma redução 48% no consumo de energia em kWh/m<sup>2</sup>, além de conseguir reciclar 100% da água e dos resíduos gerados na HIVE, a partir de produtos fabricados pela própria empresa. As melhores práticas usadas em HIVE também foram implementadas em outras 20 organizações do grupo, situadas no Reino Unido e Irlanda, que também foram certificadas com a ISO 50001, e geraram economia de energia de 16,5% no período de dois anos. A geração fotovoltaica também foi avaliada pela organização e pretende-se, no futuro, reduzir a geração de resíduos de CO<sub>2</sub> com a implantação dessa tecnologia (SCHNEIDER ELECTRIC, 2014).

Outro bom exemplo de uso da norma ISO 50001 é representado pela implementação em uma arena de prática esportiva. O Estádio Aviva em Dublin, na Irlanda, foi o primeiro no mundo em sua categoria a implementar e alcançar a certificação ISO 50001. A gestão do projeto foi feita pela empresa Aviva Stadium, criada especificamente para administrar o estádio, com o objetivo de reduzir o consumo de energia que antes da implementação chegou a ser de mais de 19000 MWh. A metodologia de gerenciamento adotada no estádio foi baseada no ciclo PDCA, a mesma usada na norma ISO 50001, e adaptada de acordo com a necessidade. Entretanto houve diversas dificuldades, principalmente relacionadas com a verificação e o monitoramento do uso e consumo da energia devido às variáveis envolvidas (BYRNE; BARRETT; KELLY, 2014).

Com os resultados obtidos na implantação dos procedimentos da norma ISO 50001, percebeu-se que houve uma melhoria na eficiência operacional, sendo que custos de energia

foram evitados em um montante de € 1.088.244 ao longo da implementação. Além disso, a conquista da certificação melhorou a reputação da Aviva Stadium por ser a primeira do tipo, garantindo uma grande vantagem competitiva em futuros contratos de eventos (BYRNE; BARRETT; KELLY, 2014).

Percebe-se que apesar de serem pioneiras na implantação da ISO 50001 e serem de áreas diferentes, as organizações Schneider Electric e Aviva Stadium conseguiram obter sucesso em relação ao seu desempenho energético e se tornaram exemplos para outras empresas de diferentes áreas. A implementação da norma nessas organizações reforça sua aplicabilidade a qualquer empresa, com as devidas adaptações de acordo com as necessidades locais.

## **2.6 Geração de energia - Convencional e Alternativa**

De acordo com Capelli (2010), o contexto de energia envolve um sistema que é capaz de fornecer uma determinada quantidade de trabalho, energia essa que não pode ser criada, destruída ou consumida, mas sim transformada de uma forma para outra, continuando a existir. Dessa forma, quando há conversão de uma energia em outro tipo, ocorre também a transformação da energia inicial em um terceiro tipo de energia, que pode representar uma forma de dissipação.

Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) (2007), tudo aquilo que é originário de recursos naturais (mineral e vegetal), animais (biogás), provocados pelo sol (ventos, marés e outros tipos derivados) e hídricos, podem ser considerados fontes de energia primária que compõe a matriz energética do país, sendo utilizadas de alguma forma na geração de energia.

De acordo com Reis (2003), as fontes primárias podem receber uma determinada classificação, como não-renováveis e renováveis, quando são usadas para a geração de energia elétrica. As fontes não-renováveis são caracterizadas por serem finitas e por terem uma velocidade de utilização bem maior do que a velocidade de formação. As fontes renováveis são caracterizadas por serem renovadas constantemente pela natureza de forma mais rápida em relação à sua utilização. Teoricamente, a energia convencional é originária de uma fonte de energia encontrada na natureza, mas que é limitada, sendo que a sua taxa de utilização é muito alta se comparada com a sua formação ou renovação e por isso é considerada não-renovável. Normalmente as fontes de energia não-renováveis são originárias de recursos fósseis e nuclear, ou seja, o petróleo, gás natural, carvão mineral, turfa, xisto betuminoso, energia nuclear. A energia alternativa também é originária de fontes encontradas na natureza, mas que são consideradas inesgotáveis pois dependem de fenômenos solares,

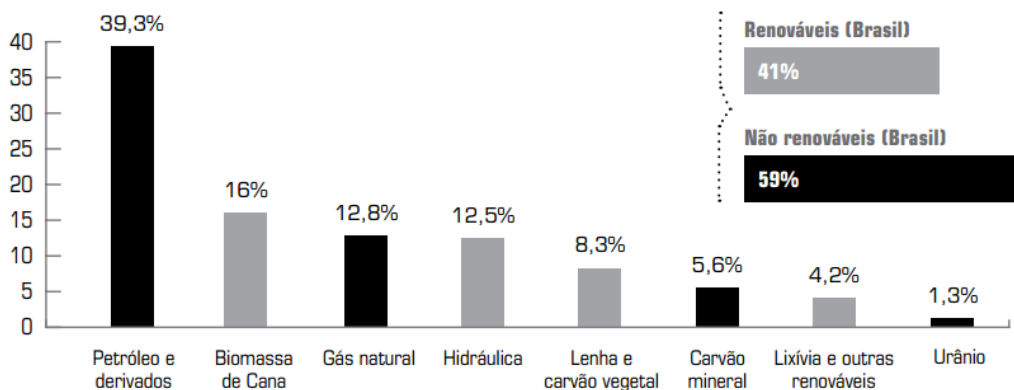
sendo que a sua taxa de utilização é bem menor do que a sua taxa de renovação. Normalmente as fontes de energia renováveis são as seguintes: energia hidráulica, energia eólica, energia solar, energia das marés, energia do hidrogênio e energia da biomassa, sendo que cada fonte deve ser analisada quanto às características específicas para a sua classificação.

De acordo com a Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG) (2012), o termo energia renovável se refere de forma simples a uma energia alternativa e proveniente do ambiente natural, mas neste contexto também deve-se analisar todas as fontes primárias.

### 2.6.1 Matriz Energética

De acordo com Reis (2015), a matriz energética representa uma estrutura que pode fornecer uma certa quantidade de energia, gerada por fontes primárias, que pode ser transformada, transmitida e consumida nas mais diversas aplicações em uma determinada região ou país. Neste contexto, a matriz brasileira compreende o fornecimento de energia primária, composta principalmente por combustíveis derivados do petróleo, biomassa, gás natural, geração hidráulica, carvão mineral, geração renovável e urânio, que podem ser classificadas em energias renováveis e não renováveis. A figura 5 representa de forma genérica a estrutura da matriz energética brasileira.

Figura 5 – Composição da matriz energética do Brasil



Fonte: Reis (2015)

A matriz energética brasileira é composta por 59% de energia não renovável e 41% de energia renovável, sendo considerada uma das mais limpas do mundo comparando-se com a média mundial, que é de 13%. A grande vantagem da matriz energética brasileira está fundamentada na diversidade de fontes, incluindo várias renováveis com o uso da biomassa, de cana-de-açúcar (etanol e bagaço), carvão vegetal, geração hidráulica, eólica e fotovoltaica (REIS, 2015).

Segundo Tolmasquim, Guerreiro e Gorini (2007), o governo brasileiro optou pela diversificação da matriz energética na década de 70, pois utilizava cerca de 44% de carvão vegetal e lenha como fonte primária. Segundo Alves Filho (2003), na época da crise do petróleo, o governo decidiu investir mais na geração hidráulica, na exploração do petróleo no mar e desenvolveu o programa nacional do álcool (Proálcool), com foco também nas energias renováveis.

De acordo com Reis (2015), a partir dos anos 80, outras fontes foram inseridas na matriz energética, como o gás natural, o urânio, e a partir dos anos 2000 o Proálcool foi remodelado e o etanol e o bagaço de cana-de-açúcar foram inseridos na matriz. Além disso, foram criados programas de incentivo à geração eólica através do Programa de incentivo às fontes alternativas de energia elétrica (Proinfa), incentivo ao uso dos biocombustíveis com o programa nacional de produção e uso do biodiesel, e o incentivo à geração fotovoltaica através do sistema geração distribuída.

### **2.6.2 Matriz Elétrica**

Segundo Reis (2015), a matriz elétrica está inserida em uma estrutura macro que envolve todo o panorama da matriz energética brasileira, mas que foca a sua utilização e produção em alguns recursos renováveis e não renováveis destinados especificamente para a geração de eletricidade, utilizando para isso algumas fontes como as hídricas, gás natural, biomassa, derivados de petróleo, carvão mineral e derivados, biomassa, eólica entre outras.

De acordo com a EPE (2014), utilizou-se um fluxo de energia da ordem de 609,9 TWh no Brasil em 2013, sendo que a matriz elétrica brasileira era composta por 20,7% de fontes não renováveis e 79,3% de fontes renováveis. A maior parte da energia renovável (70,6%) teve sua geração proveniente de recursos hídricos, seguida pelas fontes de geração através do gás natural, com 11,3%, biomassa (7,6%), derivados de petróleo (4,4%), carvão mineral e derivados (2,6%), nuclear (2,4%) e eólica (1,1%).

De acordo com a EPE (2016), utilizou-se um fluxo de energia da ordem de 615,9 TWh no Brasil em 2015, sendo que a matriz elétrica brasileira era composta por 24,5% de fontes não renováveis e 75,5% de fontes renováveis, sendo que 64% da energia renovável teve sua geração proveniente de recursos hídricos, seguida pelas fontes de geração através do gás natural (12,9%), biomassa (8%), derivados de petróleo (4,8%), carvão mineral e derivados (4,5%), eólica (3,5%), nuclear (2,4%) e solar (0,01%).

Ainda segundo a EPE (2016), houve uma elevação na capacidade instalada de geração de energia elétrica de 126.743 MW (em 2013) para 140.858 MW (em 2015), sendo que as

centrais hidráulicas aumentaram em 35,4%, as centrais térmicas em 25%, e a geração eólica e solar adicionaram 39,6% da capacidade.

Nesse contexto, nota-se que houve um aumento no fluxo de energia elétrica, entretanto, houve uma diminuição da participação das energias renováveis neste intervalo de dois anos. A maior queda se deu na geração hídrica, mas para todas as outras fontes houve um acréscimo. Percebe-se também um aumento significativo na geração eólica e solar, mostrando uma clara intenção de diversificar as fontes geradoras para garantir a segurança energética do país com o aumento da capacidade de geração.

Segundo ANEEL (2017), a matriz elétrica brasileira tem estrutura sustentada por 4.681 empreendimentos, composta por uma grande diversidade de formas de geração: Central Geradora Hidrelétrica (CGH), Central Geradora Undi-elétrica (CGU), Central Geradora Eólica (EOL), Pequena Central Hidrelétrica (PCH), Central Geradora Solar Fotovoltaica (UFV), Usina Hidrelétrica (UHE), Usina Termelétrica (UTE) e Usina Termonuclear (UTN), totalizando uma potência de 151.585.437 kW. Além disso estão em construção 232 empreendimentos e mais 631 empreendimentos têm previsão de construção no futuro. Assim, uma potência de 24.568.883 kW pode ser inserida ao sistema no futuro.

No contexto deste trabalho, será investigada, entre outros aspectos, a utilização da energia elétrica em um ambiente comercial no interior paulista, envolvendo a energia elétrica provenientes de geração hidráulica, que é fornecida pela concessionária local por meio de um grupo gerador diesel (derivado do petróleo) independente que funciona como sistema de emergência e operação no horário de ponta. Também será investigada a utilização da geração fotovoltaica como fonte alternativa, sendo que sua inserção no sistema elétrico da organização será simulada. Dessa forma, apenas essas fontes de interesse serão abordadas na investigação nesta etapa do trabalho.

De acordo com a ANEEL (2008), independentemente do porte do consumidor, o seu atendimento e conexão à rede elétrica deverão ser realizados pelas distribuidoras de energia elétrica. A geração e transmissão é organizada pelo SIN (Sistema Interligado Nacional), composto por usinas hidrelétricas, linhas de transmissão e distribuição, que envolvem a maior parte do país. De acordo com a ANEEL (2010), a Resolução Normativa n° 414 estabelece as condições gerais de fornecimento de energia elétrica entre concessionárias de energia e consumidores com o intuito de organizar a prestação do serviço público.

Segundo Reis (2015), a geração hidráulica é a principal fonte renovável utilizada no Brasil, fornecendo ao sistema elétrico 89,9GW, com potencial de exploração de até 260 GW. As fontes hidráulicas representam 12,5% de geração na matriz energética e incorporam vários

tipos, entre elas as CGH (Centrais Geradoras Hidrelétricas), PCH (Pequenas Centrais Hidrelétricas) e (UHE) Usinas Hidrelétricas. Esse tipo de geração possui muitas vantagens, principalmente o baixo custo, já que a sua matéria prima tem custo zero. Além disso, é uma tecnologia já difundida e por isso seus equipamentos são produzidos no país, sem influência internacional, e têm grande durabilidade.

Entretanto, segundo Reis (2015), o uso da geração hidráulica envolve muitos problemas socioambientais, provocando grandes alagamentos que afetam áreas de proteção ambiental (APA) e desalojam muitas pessoas, Além disso, gases do efeito estufa são gerados devido à decomposição do material orgânico das áreas inundadas. Outros problemas a serem enfrentados pelo sistema de geração hidráulico são a instabilidade do regime de chuvas e as limitações na implementação de novas usinas, visto que as leis ambientais exigem a construção de usinas no sistema de fio d'água, diminuindo o seu rendimento.

Com relação ao sistema de geração de energia independente, que opera no horário de ponta e em emergências, deve-se considerar como matéria-prima o diesel, utilizado nos grupos geradores, que é um derivado do petróleo.

Segundo Reis (2015), o petróleo e seus derivados são as fontes mais utilizadas na matriz energética brasileira, com uma produção diária de 2,4 milhões de barris, dos quais 715 mil são oriundos do pré-sal. De acordo com a EPE (2016), os derivados de petróleo representam 4,8% de participação na geração de energia elétrica e são considerados fontes não renováveis.

Segundo a EPE (2015), os consumidores que têm contrato de fornecimento no sistema horo-sazonal aderem ao sistema de tarifas diferenciadas e pagam valores maiores se utilizarem a energia no horário considerado de ponta. Por esse motivo, os consumidores usam grupos geradores movidos a diesel nos horários de ponta para diminuir custos com a energia fornecida pela concessionária e são incluídos no sistema GD (geração distribuída).

De acordo com Bona e Ruppert Filho (2004), a instalação de pequenas unidades geradoras de energia (alguns kW) próximas ao ponto consumidor, ligadas ou não à rede de distribuição constituem um sistema de geração distribuída (GD). O sistema GD pode abranger várias tecnologias, como a geração fotovoltaica, geração eólica, geração com motores a combustão, entre outras, apresentando maior eficiência, pois há a redução de perdas na distribuição, e também maior aproveitamento na geração de energia, com fontes que estão presentes nos locais de consumo.

Segundo EPE (2015), o óleo diesel é o combustível mais utilizado pelos grupos geradores no horário de ponta, mas o seu custo pode ser afetado pelo preço do diesel e dos impostos cobrados, de acordo com a concessionária e a região de aplicação.

Segundo Udaeta, Baitelo e Burani (2004), os derivados do petróleo (óleo diesel) para geração de energia elétrica são muito utilizados em centrais termelétricas, em sistemas que não são atendidos pela rede elétrica das concessionárias, ou seja, que estão isolados, e por empresas que operam no horário de ponta ou em sistemas de emergência através de grupos geradores diesel.

De acordo com as citações anteriores, o objetivo do uso de grupos geradores nas empresas é obter mais confiabilidade no sistema, melhorar a eficiência energética e diminuir os custos com o insumo energia elétrica no horário de ponta.

De acordo com a Bloomberg (2012), em algumas situações, a substituição da energia convencional pela energia gerada no sistema fotovoltaico (energia alternativa) é vantajosa economicamente, pois o Brasil é um dos países que atingiram a paridade de rede (*grid parity*).

Segundo McCrone et al. (2015), os custos dos investimentos em tecnologias ligadas a energia eólica e solar caíram de forma significativa de 2011 a 2014, representando um forte incentivo para o uso das fontes renováveis na geração de energia elétrica. Entre 2013 e 2014 foram investidos cerca de US\$ 149,6 bilhões em geração de energia solar e US\$ 99,5 bilhões em geração de energia eólica, totalizando US\$ 270 bilhões em investimentos nestes tipos de energia renovável.

Observa-se que a utilização das energias alternativas está evoluindo muito, principalmente quanto aos custos, se tornando cada vez mais uma boa opção para a complementação do sistema energético. Além disso, percebe-se também que a energia solar tem grande potencial para alimentar a matriz energética do Brasil, entretanto, é uma das fontes que menos tem incentivos e que tem uma das menores taxas de utilização dentre as fontes de energia. Como se trata de uma fonte renovável, praticamente inesgotável, com grande potencial de utilização em várias aplicações e que pode ajudar a diversificar a matriz energética, a geração fotovoltaica será a fonte escolhida como um dos focos de estudo e investigação deste trabalho.

### **2.6.3 Geração alternativa (fotovoltaica)**

O termo geração fotovoltaica se refere a um processo que aproveita os efeitos da energia solar para gerar energia elétrica. É uma conversão direta, por meio dos efeitos da radiação, na qual os fótons de luz (solar) que incidem nas células solares provocam uma



diferença de potencial entre os materiais semicondutores e são convertidos em energia elétrica (ANEEL, 2005).

De acordo com a EPE (2012), um sistema de geração fotovoltaica faz a conversão de radiação solar utilizando células semicondutoras que simulam o efeito fotovoltaico através de uma junção p-n, provocando o aparecimento, em seus terminais, de uma diferença de potencial que possibilita uma circulação de corrente elétrica.

Segundo o Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito (CRESESB) (PINHO E GALDINO, 2014), o efeito fotovoltaico foi descoberto em 1839 pelo cientista Alexandre Edmund Becquerel, através da iluminação de uma solução ácida, no qual surgiu uma diferença de potencial em dois eletrodos imersos na solução. Entretanto, somente em 1956, com o desenvolvimento da eletrônica, é que foi possível a produção industrial dos primeiros sistemas fotovoltaicos.

A tecnologia fotovoltaica foi alavancada pelo setor de telecomunicações, que necessitava da alimentação de equipamentos em pontos distantes e isolados, e também pela indústria bélica, através dos programas espaciais, já que a energia fotovoltaica tornava os equipamentos mais seguros e com alimentação por longos períodos. Posteriormente, em 1973, com a crise do petróleo, várias empresas norte americanas decidiram desenvolver a tecnologia e diversificar seus investimentos para utilizações futuras (PINHO e GALDINO, 2104).

Em relação à utilização, o sistema de geração fotovoltaico pode sofrer alterações no seu funcionamento devido a sua vida útil, que normalmente ultrapassa os 20 anos, mas tem redução de 1% ao ano na eficiência. O sistema também é influenciado por fatores naturais (temperatura do local da instalação), podendo alterar a eficiência das células. A variação na intensidade da irradiação solar também pode alterar a eficiência das células fotovoltaicas, devido ao grau de inclinação do módulo em relação à posição do sol. Também pode ser afetado pela quantidade de sombreamento devido à quantidade de nuvens (EPE, 2012).

A célula fotovoltaica é considerada a unidade fundamental nas conversões da energia solar fotovoltaica em energia elétrica, sendo composta por um material semicondutor que tem características diferenciadas. As células fotovoltaicas são classificadas em três gerações, de acordo com a tecnologia e a eficiência. A primeira geração tem duas tecnologias de produção, o silício monocristalino (m-Si) e o silício policristalino (p-Si), sendo considerada a mais eficiente e confiável e por isso utilizada em mais de 85% das aplicações comerciais. (PINHO E GALDINO, 2014). As células fotovoltaicas produzidas com silício monocristalino-são mais eficientes na conversão de energia do que as células produzidas com o silício policristalino, pois são produzidas com uma estrutura mais homogênea, e normalmente possuem 99,9999%

de grau de pureza. Entretanto, as células policristalinas são produzidas por um processo mais simples e utilizam menos energia em sua fabricação, tendo um custo menor. (EPE, 2012)

De acordo com o CRESESB (PINHO E GALDINO, 2014), a segunda geração tem menor eficiência do que a anterior por ter menor vida útil e menor rendimento. Os materiais utilizados possuem algum tipo de risco a saúde, sendo produzidas com três tecnologias de produção de filmes finos, conhecidas como: silício amorfo (a-Si), disseleneto de cobre e índio (CIS) e índio e gálio (CIGS) e telureto de cádmio (CdTe).

Segundo a EPE (2012), a tecnologia dos filmes finos tem baixo custo devido a simplicidade dos substratos utilizados, que conseguem suportar temperaturas mais elevadas sem perder rendimento na conversão de energia. Entretanto, a sua capacidade de conversão perde eficiência logo no começo da sua vida útil, ou seja, tem uma vida útil menor.

De acordo com o CRESESB (PINHO E GALDINO, 2014), a terceira geração foi desenvolvida com tecnologia de grande potencial e pode ser considerada mais eficiente que as anteriores. No entanto, ainda está em fase de testes e está sendo produzida em baixa quantidade, tendo alto custo comercial. Esta geração possui três categorias de tecnologia: célula fotovoltaica multijunção e célula fotovoltaica para concentração (CPV), células sensibilizadas por corante (DSSC- *Dye-sensitized Solar Cell*) e células orgânicas (OPV – *Organic Photovoltaics*).

Ainda de acordo com a EPE (2012), uma célula solar normalmente fornece uma tensão entre 0,5 e 0,6V, podendo ser ligada a outras configurações que permitam obter valores de tensão padronizadas como 12V e 24V. A combinação das células possibilita a formação de módulos com potência de até 250W.

Em relação à estrutura, quando se tem um conjunto de células fotovoltaicas conectadas de forma adequada, é possível construir um módulo fotovoltaico, que nada mais é do que a unidade básica que constitui o sistema comercial do gerador fotovoltaico (PINHO e GALDINO, 2014).

Normalmente os sistemas fotovoltaicos são divididos em três tipos: Sistema *Off-Grid*, *On-Grid* e Híbrido. De acordo com Villalva e Gazoli (2012), o sistema *Off-Grid* não depende da rede elétrica convencional fornecendo energia a consumidores isolados e podem possuir elementos para armazenagem (baterias) ou não. De acordo com o CRESESB (PINHO E GALDINO, 2014), para o sistema de geração fotovoltaica isolado (*Off-Grid*) no Brasil, adota-se tipicamente de 2 a 4 dias de autonomia para as baterias, pois sua eficiência depende das variações climáticas da região no qual foi instalado.

Segundo Pereira e Oliveira (2011), o sistema *On-Grid* injeta a energia gerada na rede elétrica pois está interconectado diretamente ao sistema da concessionária, entretanto não faz armazenamento.

#### **2.6.4 Aplicações de geração convencional e alternativa**

Existem no mundo hoje inúmeras aplicações com geradores fotovoltaicos funcionando como complemento ao fornecimento de energia convencional e alternativa. Entretanto, a maioria das aplicações são residenciais pois os incentivos são mais atraentes. As aplicações comerciais acabam se tornando mais restritas, pois dependem de altos investimentos e da garantia de retorno econômico. Alguns casos serão citados como referência para o estudo de caso realizado neste trabalho.

Segundo Blackledge et al. (2012), foram realizados estudos técnicos em ambientes comerciais na cidade de Dublin (Irlanda) utilizando um sistema de geração fotovoltaico de 1,1 kWp, que tem um potencial de 900 kWh considerando as condições climáticas e a média de radiação solar anual da cidade. De acordo com o estudo, outras análises técnicas, financeiras e ambientais seriam necessárias para se comprovar a viabilidade e os benefícios do sistema aplicado a prédios comerciais existentes em Dublin. Ainda segundo Blackledge et al. (2012), os resultados da análise financeira apontam que seria inviável projetar um sistema fotovoltaico para suprir toda a potência instalada, já que mesmo com os subsídios oferecidos no país, o período mínimo de retorno do investimento seria de 15 anos, com um valor de € 0.13/kWh pela energia fornecida pela concessionária.

Segundo Deru, Kozubal e Norton (2010), a organização Walmart construiu duas lojas experimentais com vários sistemas avançados de construção, sendo uma no Colorado e a outra no Texas, incorporando mais de 50 experiências relacionadas a materiais, sistemas de água, sistemas de energia e produção de energia renovável. O sistema de energia renovável instalado no supermercado conta com três sistemas fotovoltaicos (PV) com uma potência de 135kW e um gerador de turbina eólica de 50kW. De acordo com as medições realizadas, o sistema fotovoltaico obteve um rendimento 5% maior do que o esperado, porém chegou-se à conclusão de que o sistema não era suficiente para atender as necessidades de demanda, devido às variáveis climáticas e especificações superdimensionadas do fabricante dos equipamentos. Os testes terão continuidade, as falhas serão corrigidas e serão substituídos os equipamentos que não atendam aos requisitos de demanda.

Percebe-se que a geração fotovoltaica ainda tem um custo alto para ser utilizada como fonte principal, sendo que a melhor opção seria a diversificação com fontes convencionais e

outras alternativas, principalmente considerando a segurança no abastecimento em caso de falha da concessionária e em situações de emergência.

### **2.6.5 Segurança Energética**

Segundo Ciutã (2010), as questões de segurança energética envolvem a relação entre os conceitos de energia e segurança através de três aspectos importantes: No primeiro aspecto deve-se considerar que a energia é complexa, presente em qualquer matéria, seja nos processos de formação ou imprimindo alguma influência sobre os corpos. Nesse contexto tão abrangente, pode-se dizer que a segurança energética teria a capacidade de influenciar diversas áreas. No segundo aspecto, deve-se considerar que os conceitos principais de segurança energética poderão ter significado diferente de acordo com o contexto da área de aplicação. No terceiro aspecto, deve-se considerar uma certa descrença e incerteza quanto à sua utilização e abrangência, pois se for utilizado de forma equivocada, pode tornar a aplicação da segurança energética um termo insignificante para algumas áreas.

De acordo com Nunes (2013), nas décadas de 70 e 80 usou-se inicialmente o termo segurança energética com relação ao fornecimento e uso do petróleo, pois tal combustível era na época a principal matéria prima para se gerar energia.

Entretanto, segundo Acosta (2013), o conceito de segurança energética ganha nova abrangência e sofre constantes mudanças ao longo do tempo, pois está diretamente relacionado com o grau de importância e influência que a energia tem sobre a evolução das nações, afetando as mais diversas áreas como a econômica, política e meio ambiente, envolvendo ainda todo o contexto social.

Segundo Dhenin (2011), o conceito de segurança energética pode ter dois significados: o primeiro envolve a adaptação do sistema energético de forma a fornecer energia aos consumidores com o mínimo impacto quando ocorrer algum tipo de redução no sistema, ou seja, o intuito é tornar o sistema mais confiável em situações inesperadas. O segundo significado envolve a flexibilidade do sistema em prover uma certa continuidade no fornecimento de energia aos consumidores, devido a certas interrupções ou faltas por longo tempo, ou seja, promove a segurança no abastecimento.

Segundo Paiva (2012), ainda existem muitas dúvidas nos estudos teóricos quando se pensa em energia e nas questões relacionadas ao contexto de segurança energética, devido à complexidade, à divergência de conceitos e às várias áreas de aplicação.

De acordo com Lodi (2011), as preocupações com a segurança energética também envolvem as questões ambientais e a diversificação da matriz energética, que por sua vez

acabam influenciando os governos a investirem cada vez mais em energias renováveis. De forma mais específica, os investimentos em energia renovável têm sido incentivados em vários países exatamente devido à instabilidade dos preços dos combustíveis fósseis, aumento no consumo de energia, aumento na geração de energia convencional, menor desenvolvimento econômico-social e degradação ambiental.

O mau planejamento quanto à segurança energética pode agravar os problemas ambientais, pois a utilização de alguns recursos energéticos não renováveis, como diesel e gás, impactam negativamente o ambiente, aumentando as emissões de gases do efeito estufa. Dessa forma, recomenda-se que a matriz energética privilegie a utilização de fontes renováveis e sustentáveis, melhorando a eficiência energética do sistema, desde que se avalie os efeitos nocivos ao clima. (SIQUEIRA, 2010).

De acordo com Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) (2011), devido ao risco de alguma falha ou falta no sistema de fornecimento de energia, é necessário fazer o planejamento da segurança energética, considerando a previsão de preços da energia, disponibilidade de geração de energia do sistema, investimentos em novas tecnologias de geração e até mesmo a influência de fatores ambientais.

Segundo Paiva (2012), o contexto de aplicação da segurança energética no Brasil não está somente ligado a questões de segurança na área militar como citado no modelo tradicional, mas também está inserido no contexto econômico e ambiental devido às demandas energéticas vinculadas ao desenvolvimento do país.

Segundo Reis (2015), o Brasil é considerado um país emergente com industrialização tardia e grande contingente populacional, e por isso precisa não só de muita energia para o seu desenvolvimento mas também de garantias quanto ao fornecimento, ou seja, necessita de segurança energética em sua matriz. Ainda segundo Reis (2015), para solucionar o problema da segurança energética de forma sustentável, o melhor caminho seria a diversificação das fontes de energia, por meio da introdução de fontes alternativas limpas e renováveis. Tal introdução proporcionaria o desenvolvimento de novas cadeias produtivas e incentivaria a produção de energia descentralizada com a geração distribuída.

No contexto das discussões, percebe-se a necessidade de mais investimentos e melhorias na segurança energética, e de forma subjetiva percebe-se que o melhor caminho provavelmente seja a diversificação da matriz energética. Essa ideia vai ao encontro da constante preocupação com o meio ambiente, reforçando assim a utilização das energias alternativas em sintonia com as energias convencionais.

De acordo com as várias definições, o contexto de segurança energética poderia ser aplicado a microambientes, como por exemplo, um consumidor industrial ou comercial, que envolve em seu planejamento energético elementos que geram e outros que consomem energia elétrica.

## 2.7 Ferramenta de simulação

Em vários estudos científicos são usados *softwares* como ferramenta de análise ou simulação com o intuito de se verificar a viabilidade técnica ou econômica. Dependendo do tipo de trabalho científico também são utilizados instrumentos de medição para se obter dados técnicos como resultado e posteriormente facilitar a análise do estudo.

Existem no mercado muitas opções de ferramentas para dimensionamento de sistemas fotovoltaicos, e no trabalho em questão será usado o *software PVsyst* para simulação, com o intuito de se determinar alguns parâmetros elétricos necessários ao sistema de gestão.

De acordo com Oliveira (2013), *software PVsyst* é utilizado no dimensionamento de sistemas fotovoltaicos considerando o grau de radiação solar, as condições climáticas do local em que será instalado e a potência necessária para alimentar os consumidores. Ainda segundo Oliveira (2013), o processo de dimensionamento do *software* abrange as seguintes etapas:

- Caracterização do projeto e seleção do local;
- Definição dos sistemas e módulos fotovoltaicos;
- Definição dos equipamentos de conversão (inversor) e baterias (só no sistema isolado);
- Determinação da potência conectada à rede elétrica.

Dependendo da situação, o sistema fotovoltaico pode ser simulado como se estivesse instalado de forma isolada (*Off-Grid*), ou conectado diretamente à rede elétrica da concessionária (*On-Grid*).

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Delineamento da pesquisa

Para um melhor desenvolvimento do trabalho sobre a gestão energética de um sistema de energia elétrica aplicado a um supermercado, é necessário fazer um planejamento da investigação proposta e, conseqüentemente, da sua execução, devendo haver um delineamento da pesquisa.

Segundo Turrioni e Mello (2012), a pesquisa científica pode ser classificada de forma clássica tomando-se como referência a figura 6, ou seja, pode ser enquadrada de acordo com a sua natureza, de acordo com os seus objetivos, de acordo com a sua abordagem e de acordo com o método.

Figura 6 – Classificação da pesquisa científica.



Fonte: Turrioni e Mello (2012, p.80)

Ainda de acordo com Turrioni e Mello (2012), a pesquisa em questão pode inicialmente ter sua natureza classificada como aplicada, pois os resultados obtidos poderiam ser aplicados imediatamente para solucionar problemas reais no uso de energia elétrica. Além disso, segundo Appolinário (2006), a pesquisa também envolve interesses comerciais, já que visa a melhoria de um processo, ou seja, diminuir o consumo de energia.

Segundo Turrioni e Mello (2012), quanto aos objetivos, a pesquisa é classificada como exploratória pois visa compreender melhor o problema por meio de levantamento bibliográfico sobre o tema, análise de exemplos e experiências práticas de aplicações da gestão energética. Ainda segundo Turrioni e Mello (2012), quanto à abordagem, a pesquisa é considerada qualitativa, com uma relação entre o mundo real e o sujeito da pesquisa. Quanto ao método, pode ser considerada estudo de caso, pois envolve um estudo criterioso e aprofundado sobre a gestão de energia de um sistema fotovoltaico aplicado a um supermercado. Dessa forma o objeto de pesquisa é promover a gestão energética da geração fotovoltaica.

Os instrumentos de coleta envolvem um questionário (Inquérito energético), análise documental, observação dos ambientes e medições elétricas com equipamentos eletrônicos. Estabeleceu-se para aplicação da metodologia o Cenário 1 (atual), que é o estado presente e o Cenário 2 (atualizado), que será adaptado aos procedimentos da gestão energética. Por meio dos dados coletados do Cenário 1 e Cenário 2, será realizada uma correlação numérica para verificar a validade da aplicação da gestão energética em sistemas convencionais e alternativos de energia elétrica, bem como o comportamento das linhas de base energética e dos índices de desempenho energético.

### **3.2 Caracterização da organização**

A presente pesquisa foi realizada em um estabelecimento comercial denominado Supermercado SP, no primeiro semestre de 2017. O supermercado em questão está situado na cidade de São José do Rio Preto - SP e faz parte de uma rede composta por 13 lojas distribuídas no interior paulista e no interior do Mato Grosso do Sul. A loja pesquisada comercializa vários tipos de alimentos não perecíveis, alimentos perecíveis e produtos domésticos em geral. O estabelecimento é dotado de estrutura completa, incluindo setores de armazenagem, estacionamento, administração e exposição de produtos, com uma área total de 5.800m<sup>2</sup>. A área de exposição de produtos tem aproximadamente 2.400m<sup>2</sup> e comporta os seguintes setores: Hortifrúti, higiene e limpeza do lar, limpeza pessoal, utilidades domésticas, pet shop, campo e lazer, padaria e confeitaria, açougue, frios e laticínios, adega, bebidas, enlatados, mercearia doce e salgada, massas e biscoitos, guarda volume, caixas de cobrança e gerência. A sua demanda energética envolve a energia elétrica fornecida pela concessionária local e pelo grupo gerador automático, movido a óleo diesel, que é utilizado no horário de ponta e em momentos de falta de energia ou emergências. Dentre todos os setores do supermercado, o que mais se destaca quanto ao consumo de energia é a área de refrigeração,



que está diretamente vinculada à comercialização de alimentos perecíveis como: carnes, peixes, frios, laticínios, alimentos congelados e à climatização do ambiente, utilizando diversos equipamentos de resfriamento e sistema de ar condicionado central.

Assim como a ISO 50001 foi desenvolvida com base no ciclo PDCA, este trabalho também usará o ciclo como base, desenvolvendo, entretanto, somente a etapa do Planejamento (P). Os itens envolvidos no Planejamento serão: Revisão energética, linha de base energética, indicadores de desempenho energético (IDEs), objetivos, metas e planos de ação. Para uma análise mais detalhada, também serão descritos o índice de vendas de produtos, o faturamento e o faturamento por metro quadrado, coletados junto às associações de classe do setor supermercadista para cruzamento de informações. Alguns valores não estão disponíveis, por isso serão projetados para a composição dos custos operacionais com a energia elétrica, baseados em índices de consumo do mercado.

### 3.2.1 Dados de Faturamento do Supermercado SP

Para a realização do estudo de caso, percebeu-se a necessidade da coleta de dados econômicos do Supermercado SP, mas o acesso a essas informações não foi possível por motivos técnicos e administrativos. Dessa forma, recorreu-se a outros caminhos, como a coleta de dados publicados por revistas eletrônicas da área supermercadista e econômica para estabelecer parâmetros de referência de faturamento do supermercado, uma vez que tais dados econômicos são complementares ao desenvolvimento do trabalho.

Segundo Supermercado Moderno (SM) (2017), são publicados anualmente relatórios sobre os índices de vendas de produtos e desempenho das redes de supermercados. O Supermercado SP obteve os índices anuais apresentados na tabela 2, porém, os dados dos faturamentos mensais não estão disponíveis.

Tabela 2 – Dados financeiros e físicos da rede de Supermercados SP

Ano	Faturamento	Faturamento/m <sup>2</sup>	Faturamento/ funcionário	Número de Lojas	Área de vendas (m <sup>2</sup> )
2014	R\$ 418.000.000,00	R\$ 25.373,71	R\$ 287.423,44	12	16.493
2015	R\$ 490.000.000,00	R\$ 28.451,77	R\$ 344.316,38	12	17.245
2016	R\$ 578.000.000,00	R\$ 30.362,34	R\$ 358.939,06	13	19.045

Fonte: Adaptado de Supermercado Moderno (SM) (2017)

Como forma de determinar os faturamentos mensais optou-se por fazer uma coleta de dados de índices de vendas através da Federação do Comércio de Bens, Serviços e Turismo do Estado de São Paulo (FECOMERCIO SP), que possui dados de diversos setores do comércio, incluindo o setor de supermercados.

Segundo FECOMERCIO SP (2017), a Pesquisa Conjuntural do Comércio Varejista (PCCV) foi desenvolvida para produzir indicadores mensais de desempenho com objetivo de mensurar e projetar a atividade econômica a curto prazo. Os dados publicados são referentes ao faturamento global de todos os setores comerciais do estado de São Paulo, inclusive do setor supermercadista. Desta pesquisa, foram selecionados os anos de 2014, 2015 e 2016 do setor supermercadista, apresentados na tabela 3.

Tabela 3 – Dados da Pesquisa Conjuntural do Comércio Varejista (PCCV) do estado de São Paulo para supermercados (em bilhões de reais)

Mês	Faturamento em bilhões de reais (R\$)	Mês	Faturamento em bilhões de reais (R\$)	Mês	Faturamento em bilhões de reais (R\$)
<b>jan/14</b>	15.366.834.000	<b>jan/15</b>	15.542.902.000	<b>jan/16</b>	16.492.718.000
<b>fev/14</b>	14.333.412.000	<b>fev/15</b>	14.325.024.000	<b>fev/16</b>	16.403.901.000
<b>mar/14</b>	15.173.219.000	<b>mar/15</b>	15.682.270.000	<b>mar/16</b>	16.740.316.000
<b>abr/14</b>	15.345.672.000	<b>abr/15</b>	15.611.876.000	<b>abr/16</b>	16.197.013.000
<b>mai/14</b>	15.221.055.000	<b>mai/15</b>	15.637.661.000	<b>mai/16</b>	15.988.557.000
<b>jun/14</b>	14.636.327.000	<b>jun/15</b>	14.846.421.000	<b>jun/16</b>	15.739.638.000
<b>jul/14</b>	15.111.184.000	<b>jul/15</b>	15.726.783.000	<b>jul/16</b>	16.929.752.000
<b>ago/14</b>	15.682.893.000	<b>ago/15</b>	16.169.323.000	<b>ago/16</b>	16.711.959.000
<b>set/14</b>	14.945.620.000	<b>set/15</b>	15.626.705.000	<b>set/16</b>	16.446.884.000
<b>out/14</b>	15.948.904.000	<b>out/15</b>	17.077.027.000	<b>out/16</b>	17.236.559.000
<b>nov/14</b>	16.284.282.000	<b>nov/15</b>	16.857.919.000	<b>nov/16</b>	17.362.625.000
<b>dez/14</b>	19.117.731.000	<b>dez/15</b>	20.535.698.000	<b>dez/16</b>	21.067.516.000

Fonte: Adaptado de FECOMERCIO SP (2017)

A partir dos dados da tabela 3, foram calculados índices de variação de vendas, em porcentagens mensais, referentes ao faturamento do setor supermercadista e projetados como referência para a rede de Supermercados SP para os anos de 2014 a 2016. A partir desses índices, foram realizados cálculos de descapitalização dos valores de faturamento anual da rede de Supermercados SP constantes na tabela 2, obtendo-se os valores de faturamento mensal (estimado) da rede de supermercados estudada, apresentados na tabela 4.

Observando-se a tabela 4, percebe-se que há uma certa variação mensal no volume de vendas (%), que foram utilizados nos cálculos como forma de estimar os valores de faturamento mensal da rede de Supermercado SP.

Tabela 4 – Dados do faturamento mensal da rede de Supermercado SP, e índices de variação de vendas

Mês	Varição de venda em (%)	Faturamento mensal (estimado) da rede, em milhões (R\$)	Mês	Varição de venda em (%)	Faturamento mensal (estimado) da rede, em milhões (R\$)	Mês	Varição de venda em (%)	Faturamento mensal (estimado) da rede, em milhões (R\$)
jan/14	8,20%	34.276.000	jan/15	8,30%	40.670.000	jan/16	7,90%	45.662.000
fev/14	7,50%	31.350.000	fev/15	7,60%	37.240.000	fev/16	7,70%	44.506.000
mar/14	7,70%	32.186.000	mar/15	8,40%	41.160.000	mar/16	8,20%	47.396.000
abr/14	7,90%	33.022.000	abr/15	8,10%	39.690.000	abr/16	7,90%	45.662.000
mai/14	8,40%	35.112.000	mai/15	8,10%	39.690.000	mai/16	8,00%	46.240.000
jun/14	7,70%	32.186.000	jun/15	7,80%	38.220.000	jun/16	8,00%	46.240.000
jul/14	8,20%	34.276.000	jul/15	8,00%	39.200.000	jul/16	8,10%	46.818.000
ago/14	8,40%	35.112.000	ago/15	8,10%	39.690.000	ago/16	8,20%	47.396.000
set/14	8,40%	35.112.000	set/15	8,00%	39.200.000	set/16	8,10%	46.818.000
out/14	9,10%	38.038.000	out/15	8,60%	42.140.000	out/16	8,40%	48.552.000
nov/14	8,30%	34.694.000	nov/15	8,60%	42.140.000	nov/16	8,90%	51.442.000
dez/14	10,20%	42.636.000	dez/15	10,40%	50.960.000	dez/16	10,60%	61.268.000

Fonte: O autor (2017)

Considerando que o supermercado estudado possui uma área de vendas de 2.400 m<sup>2</sup> e que houve uma variação do número de lojas e área de vendas entre os anos de 2014 a 2016, foram realizados cálculos proporcionais de faturamento a partir dos dados apresentados na tabela 2. Dessa forma, estimou-se o faturamento mensal (em milhões) e o faturamento por metro quadrado da loja (Supermercado SP) no período citado. Dessa forma, foram obtidos os valores mensais específicos para a loja estudada, apresentados na tabela 5.

Tabela 5 – Dados do faturamento mensal e faturamento por m<sup>2</sup> (estimados), para o Supermercado SP (loja)

Mês	Faturamento mensal (estimado) da loja, em milhões (R\$)	Faturamento por m <sup>2</sup> (estimado), em reais (R\$)	Mês	Faturamento mensal (estimado) da loja, em milhões (R\$)	Faturamento por m <sup>2</sup> (estimado), em reais (R\$)	Mês	Faturamento mensal (estimado) da loja, em milhões (R\$)	Faturamento por m <sup>2</sup> (estimado), em reais (R\$)
jan/14	4.987.716	2.078	jan/15	5.660.075	2.358	jan/16	5.754.203	2.398
fev/14	4.561.935	1.901	fev/15	5.182.720	2.159	fev/16	5.608.527	2.337
mar/14	4.683.587	1.951	mar/15	5.728.269	2.387	mar/16	5.972.717	2.489
abr/14	4.805.239	2.002	abr/15	5.523.688	2.302	abr/16	5.754.203	2.398
mai/14	5.109.368	2.129	mai/15	5.523.688	2.302	mai/16	5.827.041	2.428
jun/14	4.683.587	1.951	jun/15	5.319.107	2.216	jun/16	5.827.041	2.428
jul/14	4.987.716	2.078	jul/15	5.455.494	2.273	jul/16	5.899.879	2.458
ago/14	5.109.368	2.129	ago/15	5.523.688	2.302	ago/16	5.972.717	2.489
set/14	5.109.368	2.129	set/15	5.455.494	2.273	set/16	5.899.879	2.458
out/14	5.535.148	2.306	out/15	5.864.656	2.444	out/16	6.118.393	2.549
nov/14	5.048.542	2.104	nov/15	5.864.656	2.444	nov/16	6.482.583	2.701
dez/14	6.204.232	2.585	dez/15	7.092.143	2.955	dez/16	7.720.830	3.217

Fonte: O autor (2017)

Os dados da tabela 5 serão utilizados como referência para determinar as linhas de base energética do Cenário 1 e do Cenário 2 através das variações do faturamento por metro quadrado em relação ao uso e consumo de energia elétrica que serão desenvolvidos no item de gestão energética. Neste item, os valores apresentados nas tabelas 4 e 5 foram estimados através dos dados do Supermercado Moderno (tabela 2) e da FECOMERCIO SP (tabela 3), porque os dados específicos da organização estudada não estão disponíveis.

### **3.3 Estrutura do processo de aplicação da metodologia**

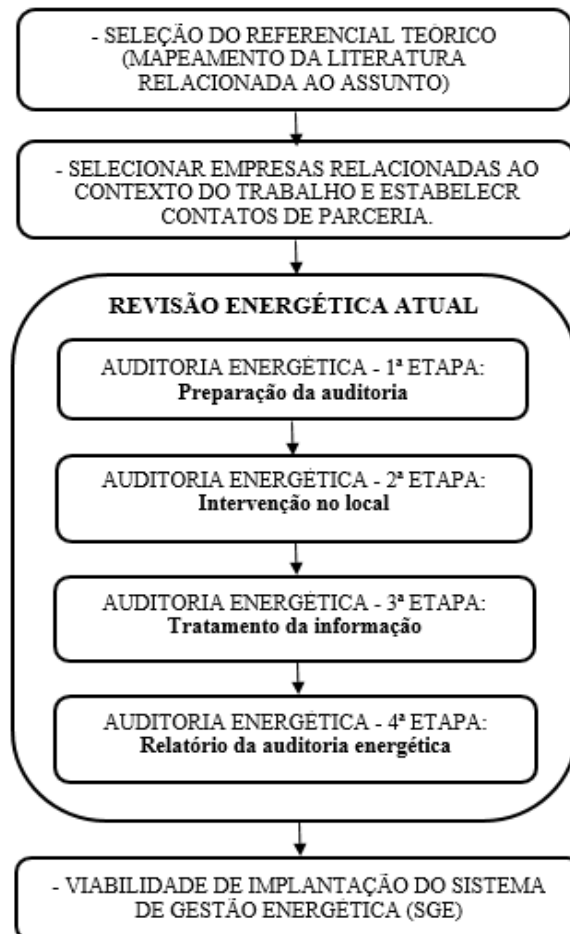
Para desenvolver a metodologia, foi necessário primeiramente levar em consideração o processo do planejamento energético, que foi citado na seção 2 (Figura 3 - Fluxograma das etapas básicas de uma revisão energética) e que está vinculado à etapa de planejamento do ciclo PDCA, como referência de organização. Neste caso, o planejamento energético envolve, entre outros pontos, a revisão energética (item 4.4.3 da ISO 50001), que analisa o uso e consumo de energia considerando as fontes de energia utilizadas no passado e no momento atual, bem como os dados e parâmetros dos equipamentos utilizados na organização. Para a revisão energética atual é necessário fazer uma auditoria energética, caracterizada por uma análise da energia elétrica de forma pontual e atual, ou seja, por meio de dados reais obtidos no estado presente e que representem o estado atual do desempenho energético. No caso da revisão energética de 2014 a 2016, serão coletados dados através de documentos (histórico das contas de energia e contratos de demanda com a concessionária local) que comprovem o desempenho energético em períodos anteriores ao atual.

De forma genérica, os dados serão analisados em dois cenários, com o intuito de comparação para uma futura análise. No cenário 1, serão utilizados os dados passados e atuais de uso e consumo da energia elétrica coletados através da revisão energética. No cenário 2, além dos dados passados e atuais, serão considerados os dados com as melhorias dos sistema de gestão e de simulações, com a inserção do sistema de geração fotovoltaico em relação ao sistema do cenário 1. Neste caso será utilizado um *software* para coleta de dados de radiação solar, quantidade de geração de energia fotovoltaica e balanceamento do sistema, que dependem principalmente do período do ano, da localização dos painéis solares e dos custos operacionais do sistema. Os dados dos cenários 1 e 2 serão comparados através da linha de base energética e indicadores de desempenho energético, e avaliados quanto à sua eficiência e inserção em relação às opções de fontes geradoras de energia elétrica.

De acordo com Frozza (2013), a partir da figura 3 (Fluxograma das etapas básicas de uma revisão energética) e da figura 4 (Etapas básicas de uma auditoria energética), citadas na

seção 2, desenvolveu-se o fluxograma representado na figura 7, que foi adaptado de acordo com a realidade do estudo de caso em questão. Na adaptação do fluxograma foram inseridas, no item Revisão energética, as etapas da auditoria que envolvem a preparação, a intervenção, o tratamento da informação e o relatório da auditoria.

Figura 7 – Fluxograma da estrutura da metodologia aplicada



Fonte: Adaptada de Frozza (2013)

### 3.4 Implementação da ISO 50001 na metodologia

Conforme a metodologia apresentada na figura 7, primeiramente foi realizado um mapeamento ou revisão da literatura, começando exatamente pelo ponto principal do tema proposto neste trabalho, a gestão energética. Consequentemente, também foi realizado o estudo da norma de gestão energética, a ABNT NBR ISO 50001, que é específica para a melhoria do desempenho energético de qualquer tipo de organização.

No próximo passo da metodologia, foi estabelecido o contato com o gerente do supermercado e solicitada autorização para a realização da pesquisa, citando as devidas justificativas, os objetivos do trabalho e as possíveis vantagens que a aplicação do estudo

científico poderia trazer para a organização. Dessa forma foram agendadas algumas visitas técnicas para novos esclarecimentos e para firmar a parceria entre o pesquisador e a organização. Como justificativa para a parceria foram citados pelo pesquisador vários exemplos de outras organizações da mesma área que tiveram sucesso na aplicação de sistema de gestão energética, obtendo redução de custos, melhoria na imagem da empresa no que se refere à sustentabilidade e a consequente melhoria no seu desempenho energético.

Posteriormente desenvolveu-se o item relacionado à revisão energética, que está associada diretamente à execução das etapas da auditoria energética.

### **3.4.1 Revisão e Auditoria energética**

A revisão energética é um processo que envolve várias etapas de auditoria, visando inspecionar todo o contexto do uso e consumo da energia na organização. Geralmente, a revisão tem uma sequência básica que, no caso deste estudo, foi baseada na figura 3 (Fluxograma das etapas básicas de uma revisão energética) e na figura 4 (Etapas básicas de uma auditoria energética) .

A coleta de dados foi organizada através de um Inquérito energético que foi utilizado na primeira etapa da auditoria energética e foi elaborado e adaptado a partir de um modelo disponível no site Portal-Energia, sendo apresentado no apêndice A (PORTAL ENERGIA).

Tomando a estrutura da auditoria como base, a coleta de dados é realizada de acordo com as fronteiras estabelecidas e com os módulos temáticos. Entretanto, antes da coleta de dados, deve-se estabelecer os pontos onde serão realizadas as medições, levando-se em conta as principais grandezas elétricas e as suas faixas de operação, de forma a adequar os instrumentos e equipamentos de medição. O item 3.5 tratará dos sistemas de uso significativo da energia, e indicará os pontos de referência para as medições iniciais.

De forma genérica, a coleta de dados fornecerá dados qualitativos e quantitativos relativos ao comportamento de todo o sistema energético instalado no prédio. O levantamento de dados é então efetuado através de medições, observações, análise de documentos, faturas de energia, dados técnicos de equipamentos, planilhas de armazenamento e quantificação de produtos à venda, entre outros, levando-se em conta que cada fronteira e módulo temático possui características distintas de uso e de consumo da energia. O edifício comercial em estudo possui basicamente três fronteiras: água, energia e gás, e apresenta vários sistemas de consumo como motores, iluminação, refrigeração, condicionadores de ar, entre outros. Dessa forma, a coleta de dados consiste em mensurar a eficiência energética de cada sistema de

acordo com as fronteiras, possibilitando verificar alguns índices e propor ações para melhorar o desempenho energético.

De acordo com Ferreira (2012) e as figuras 3 e 4, as quatro etapas da auditoria energética foram executadas e estão descritas a seguir, compondo uma parte da metodologia, de acordo com as intervenções citadas na seção 3, que serão posteriormente detalhadas na seção 4 através dos resultados obtidos.

#### **3.4.1.1 Primeira Fase – Preparação da auditoria**

Nesta primeira fase é realizada a preparação da auditoria, que é uma fase fundamental no processo da revisão energética atual, pois possibilita a tomada de decisão inicial a fim de desenvolver um trabalho de qualidade objetivando a melhoria do desempenho energético da organização. As principais ações nesta etapa da auditoria envolvem:

- Visitar as instalações da organização, podendo-se elaborar um esquema para reconhecimento estrutural onde serão determinados os pontos de medição e registros energéticos, para facilitar o trabalho de campo.

- Coletar documentos com registros históricos de uso e consumo da energia e outros insumos relacionados dos últimos três anos. Normalmente os documentos coletados incluem:

- a) Contrato de demanda de energia com a concessionária;
- b) Contas de energia elétrica mensais;
- c) Volume de mercadorias armazenadas e comercializadas, por tipo e período;
- d) Volume de produtos descartados ou desperdiçados;
- e) Custos com manutenção por tipo e período.

- Analisar o processo de armazenagem e venda de produtos nas instalações;

- Levantar as mais recentes tecnologias de armazenagem e tecnologias energéticas disponíveis no mercado que possam oferecer uma melhoria de eficiência nos processos de armazenagem e exposição de produtos disponibilizados para a venda.

Dessa forma, buscou-se elaborar um documento com uma determinada estrutura para a coleta de dados, procurando-se agrupar consumidores com as mesmas tipologias elétricas e a mesma aplicação, bem como de acordo com o setor de utilização. Considerou-se ainda a instalação dos quadros de distribuição nos quais os diversos consumidores estão instalados com as suas respectivas proteções elétricas, vinculados aos respectivos departamentos do supermercado. Esse documento segue um modelo desenvolvido com o intuito de coletar o máximo de dados de forma bem ampla e será intitulado de “Inquérito da Auditoria Energética”(InAE), disponível na página 113, no apêndice A .

### **3.4.1.2 Segunda Fase – Intervenção no local**

Após a preparação da auditoria, a segunda fase consistirá execução do trabalho de campo, que corresponde ao preenchimento do inquérito energético com a finalidade de coletar o máximo de informações relativas a todos os elementos que estão envolvidos direta ou indiretamente no uso e consumo de energia, inclusive informações sobre todas as instalações elétricas da organização, por meio da observação dos processos, conjunto de medições elétricas, dados de documentos e registros que poderão conduzir a:

- Identificar, através de diagramas, os consumidores e geradores de energia elétrica, bem como os seus parâmetros elétricos mais relevantes;
- Determinar os quadros e pontos mais significantes para medições elétricas;
- Identificar e determinar os pontos de perdas de energia;
- Determinar a eficiência energética dos consumidores e geradores de energia elétrica;
- Determinar a divisão dos setores e tipos de consumidores de energia;
- Determinar o consumo de energia global, por setor e por tipo de carga;
- Desenvolver o balanço elétrico dos equipamentos e consumos mais significativos;
- Determinar os consumos específicos e globais por tipo de produto refrigerado;
- Analisar e propor ajustes nos processos e soluções técnicas com o intuito de melhorar o desempenho energético sem perder a qualidade de atendimento ao cliente.

Os procedimentos e métodos para a realização das medições das grandezas elétricas serão tratadas a partir do item 3.5, envolvendo todos os setores e módulos temáticos do Supermercado SP.

### **3.4.1.3 Terceira Fase – Tratamento da informação**

Após a intervenção local, essa fase será responsável por organizar todas as informações coletadas e medidas na primeira e na segunda fase, por meio de planilhas, levando em consideração os setores, os tipos de consumidores e fornecedores de energia elétrica, de forma a facilitar posteriormente os devidos ajustes e adequações. A análise de todos os dados servirá para determinar alguns indicadores de referência, que serão usados na comparação com outros cenários de implementação de melhorias por meio da gestão energética. De forma geral, os resultados provenientes dos dados coletados se tornarão indicadores de:

- Consumo de energia total envolvendo todos os setores e por tipo de equipamento e por tipo de geração;
- Consumo de energia específico em cada setor e por tipo de equipamento;



- Consumo unitário de energia dos equipamentos mais significativos;
- Rendimento dos consumidores e geradores de energia mais significativos;
- Produção de energia por meio de fontes alternativas;
- Análise de viabilidade técnica e econômica de novas fontes de energia;
- Implementação de sistemas de gestão de energia.

#### **3.4.1.4 Quarta Fase – Relatório da auditoria energética**

Nesta última fase, um relatório sobre a análise do uso, consumo e eficiência energética de toda a energia será apresentado de forma organizada e será utilizado para desenvolver um sistema de gestão de energia contínuo, que seja viável em sua implementação. Entre outros, o relatório deverá conter várias situações encontradas na organização, como:

- Consumidores mais significativos;
- Identificação de anomalias no uso e consumo da energia;
- Propostas de conservação de energia;
- Apresentação de valores de referência como indicadores;
- Propostas de investimentos em novas tecnologias para geração mais eficiente;
- Identificação de desperdício e de possíveis melhorias na organização.

Após relatar todos os critérios de organização da auditoria energética, será descrito o método de obtenção dos dados e parâmetros elétricos relacionados aos setores e aos módulos temáticos do supermercado, conforme descrito no item 3.3. Posteriormente será desenvolvido o item relacionado com as linhas de base energética, que se refere ao item 4.4.4 da norma ISO 50001.

#### **3.4.2 Linhas de base energética**

Neste item será realizado o cálculo da linha de base energética do supermercado, considerando o faturamento por metro quadrado descrito no item 2.3.1.2, que se relaciona com os tipos de geração de energia. O faturamento por metro quadrado é uma métrica muito utilizada no setor supermercadista e por isso foi escolhida como referência nesta análise. De acordo com os conceitos já apresentados e com o estudo de caso em questão, estabeleceu-se para a determinação das linhas de base energética dois cenários:

- No Cenário 1 considera-se como fontes de geração a energia elétrica fornecida pela concessionária e o grupo gerador de energia movido a óleo diesel.

– No Cenário 2 considera-se como fontes de geração a energia elétrica fornecida pela concessionária, pelo grupo gerador movido a óleo diesel e pela energia fornecida pelo sistema fotovoltaico, que será inserido no sistema por meio de simulação computacional.

De acordo com as equações 1, 2 e 3 já estabelecidas na seção 2 é possível determinar as linhas de base energética, relacionando-se assim as fontes geradoras com o faturamento por metro quadrado para os cenários 1 e 2.

Para estabelecer a correlação entre linha de base e o faturamento por metro quadrado será utilizada a equação 4, descrita também na seção 2.

### **3.4.3 Indicador de desempenho energético**

Neste item serão estabelecidos os Indicadores de desempenho energético mais importantes como descrito na seção 2. Para a determinação dos índices, serão realizadas as medições e coletas de dados e posteriormente serão realizados cálculos necessários a análise. Através da equação 5 (consumo específico de energia elétrica e faturamento por metro quadrado) e equação 6 (consumo total de energia elétrica e faturamento por metro quadrado) citadas na seção 2 (item 2.3.1.3), os consumos específicos e o consumo geral serão estabelecidos de acordo com o tipo de fonte. Com a equação 7 (energia no período reservado e energia total da instalação) e equação 8 (energia consumida por setor e energia total da instalação), os índices percentuais de consumo por período e total serão determinados, adaptados ao ambiente do supermercado. No caso da eficiência no uso da energia elétrica, a equação 9 será utilizada, com o intuito de determinar o cumprimento do índice estabelecido pela concessionária. Em relação às perdas por aquecimento, os pontos importantes da instalação como quadros, sistemas de proteção e controle serão observados e mensurados através de instrumentos e as devidas alternativas para otimização serão analisadas.

Para um estudo mais efetivo, os indicadores de desempenho energético serão considerados na análise de cada módulo temático, pois refletem influências específicas e globais, de acordo com os tipos e parâmetros dos consumidores.

### **3.4.4 Objetivos, metas e planos de ação para a gestão de energia**

Nesta etapa serão coletados dados referentes ao planejamento da organização, que inclui em uma das suas etapas, o planejamento energético. Normalmente é desenvolvido pelas principais lideranças e estabelece um conjunto de tarefas para disciplinar e organizar os objetivos e metas da organização. Esses dados serão analisados na seção 4.

### 3.5 Sistemas de uso significativo da energia

Complementando a etapa de revisão energética, que utiliza os critérios organizacionais da auditoria energética, o foco também é determinar de forma prática os consumidores que mais utilizam energia, ou seja, os consumidores mais significativos no contexto global de utilização da energia dentro da organização. A determinação desses consumidores é feita por meio de diversas medições de grandezas elétricas. Neste caso, se forem tomadas ações de eficiência energética que provoquem uma redução no uso da energia por esses consumidores, o retorno terá um impacto mais vantajoso. Com a identificação dos consumidores mais significantes e a realização das medições, consegue-se conhecer melhor o módulo temático no qual eles estão inseridos e futuramente propor melhorias.

Através das observações, da consulta de dados técnicos e das medições elétricas dos quadros de distribuição, é possível determinar as potências dos consumidores e identificar os que tem maiores potências, bem como analisar o tempo de uso, possibilitando a classificação dos consumidores mais significantes. A partir do planejamento dessas ações é possível elaborar o quadro 3, contendo os pontos iniciais das medições, os quadros de distribuição e centros de controle de motores, pois nesses quadros passa a energia elétrica que alimenta todos os consumidores, ou seja, todos os módulos temáticos que compõem o sistema energético da organização.

No que se refere ao uso de energia, há diferenciações no volume consumido, que estão relacionadas, neste caso, principalmente às alterações de temperatura e ao horário de funcionamento do supermercado. Normalmente essas alterações de consumo poderão ser verificadas através da análise das leituras do medidor de energia da concessionária e comparadas com as medições que serão realizadas com o medidor e analisador de energia DMI T5T - 1000A, num período mínimo de uma semana. O analisador é capaz de realizar medições em tempo real com ajuste de tempo de leitura, fornecendo também gráficos do comportamento de várias grandezas elétricas. Esses dados serão analisados para determinar posteriormente as linhas de base energética, os indicadores de desempenho, as perdas, entre outros itens, considerando também as variações dos cenários que serão estudados. De acordo com uma pré-análise dos ambientes do supermercado, constatou-se a existência de nove quadros de distribuição, sendo três quadros usados no sistema de refrigeração das câmaras frias, nos balcões e no sistema de ar condicionado central. Cinco quadros envolvem os sistemas de iluminação, tomadas gerais e tomadas específicas dos setores de exposição de produtos, da administração, depósito, panificação, açougue e frios, sendo o último quadro para o poço semi artesiano. Todos os quadros e respectivos são apresentados no quadro 3.

Quadro 3 – Quadros de distribuição para medição

<b>Quadro</b>	<b>Setor</b>
QFR1 – Refrigeração	Refrigeração Central
QFR2 – Refrigeração	Refrigeração
QFAC – Ar condicionado	Ar condicionado central
QDIT – Supermercado	Área de venda de produtos
QDIT – Escritório	Administração
QDIT – Depósito	Depósito
QDIT – Padaria	Padaria
QDIT – Cozinha	Cozinha Industrial
QFB – Poço artesiano	Administração

Fonte: Adaptado de Frozza (2013)

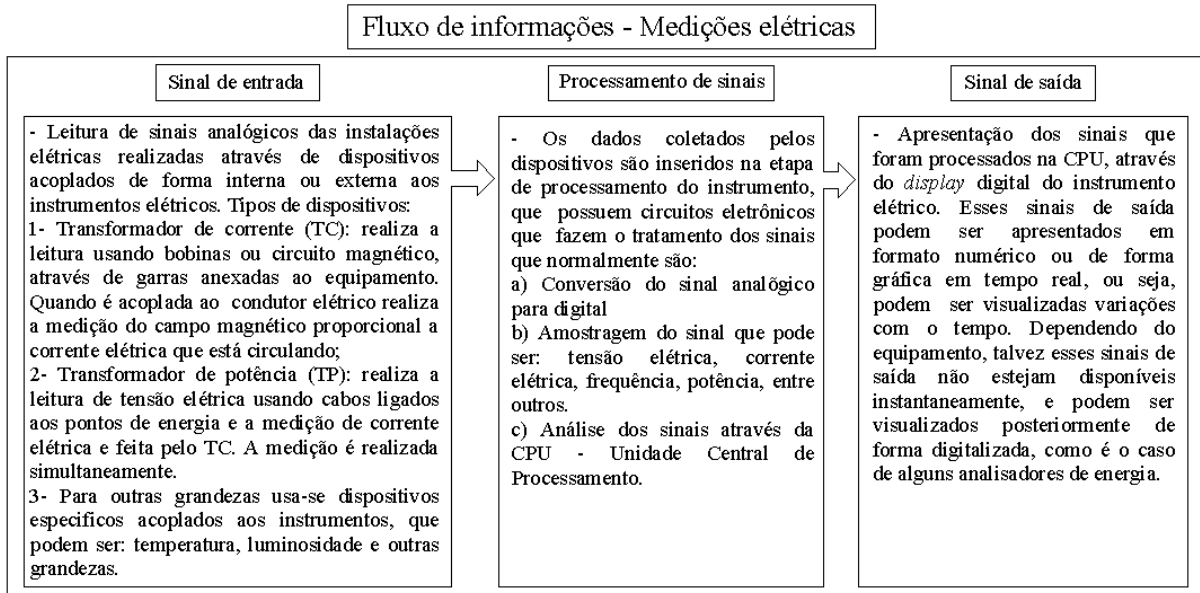
Nesta etapa, as medições serão realizadas com equipamentos específicos como o medidor e analisador de energia (ISSO – DMI T5T), alicate amperímetro (Fluke – 305), medidor termográfico (Fluke – VT04) e luxímetro (Minipa Mlm – 1011).

O analisador de energia (ISSO – DMI T5T), é capaz de realizar diversas medições elétricas como: Tensão elétrica, corrente elétrica, frequência, potência ativa, potência reativa, potência aparente, fator de potência entre outros. O analisador de energia será instalado nos painéis e programado para fazer as leituras com a possibilidade de se fazer a coleta remotamente, se houver no local rede de comunicação. As leituras são coletadas e armazenadas no equipamento como o auxílio de um *software* que é capaz de fornecer gráficos dos parâmetros com variações ao longo do tempo e todos os dados já organizados em planilhas, para cada um dos setores ou fronteiras e por módulo temático. Uma de suas principais finalidades é ajudar a entender o comportamento do uso e consumo da energia elétrica na organização. Também há a possibilidade de simulação da fatura de energia elétrica através da inserção da demanda contratada, valores de tarifas de energia elétrica, de impostos e demais itens que normalmente fazem parte de uma fatura de energia elétrica. Dessa forma, após a coleta serão apresentados na seção 4 algumas planilhas e gráficos estruturados contendo os dados reais de utilização da energia no sistema de energia da organização.

O alicate amperímetro (Fluke – 305 – *True RMS*) é um equipamento de alta qualidade e performance, capaz de realizar diversas medições elétricas como: Tensão elétrica (CA–600V – Categoria III), corrente elétrica (CA – 1000A), resistência elétrica, frequência, entre outros, com grau de isolamento III. Esse equipamento será utilizado em diversas medições, principalmente para confirmar e coletar valores de corrente e tensão elétrica em diversos equipamentos utilizados no Supermercado SP.

As medições elétricas que serão realizadas com o analisador de energia, com o alicate amperímetro e demais instrumentos podem ser representadas de forma básica através da figura 8, adaptando-se simplesmente o tipo de sensor e o tipo de grandeza a ser medida.

Figura 8 - Fluxograma funcional de instrumentos de medição digital.



Fonte: O autor (2017)

O luxímetro será utilizado para medir a intensidade luminosa dos ambientes e a câmera termográfica para detectar os pontos de aquecimento fora do padrão normalizado em equipamentos e instalações elétricas, indicando assim pontos de desperdício ou perdas de energia devido a falhas ou falta de manutenção elétrica.

Depois de executada as medições dos locais constantes no quadro 3, os valores serão organizados e inseridos na seção 4, para apuração dos resultados obtidos.

### 3.6 Módulos temáticos

O quadro 4 foi desenvolvido a partir do quadro 1 (módulos temáticos), adaptando-o para o estudo de caso, pois nem todos os módulos estão presentes no ambiente do supermercado. Na sequência, os módulos mais significativos serão descritos e analisados de forma sucinta para o enquadramento na metodologia utilizada. Dessa forma, ao final da análise desses módulos, o quadro geral representará os itens descritos com as suas respectivas caracterizações e parâmetros mais importantes para futura análise.

Quadro 4 – Módulos temáticos adaptados

<b>Módulos</b>	<b>Descrição</b>
1	Sistema de refrigeração e ar condicionado
2	Sistemas de Iluminação
3	Motores elétricos e bombas
4	Quadros de distribuição de circuitos e acionamentos
5	Análise tarifária de energia elétrica

Fonte: Adaptado de Medeiros (2010)

### **3.6.1 Sistemas de refrigeração e ar condicionado**

O trabalho em questão terá uma abordagem qualitativa do sistema de refrigeração e envolverá todos os sistemas de geração de frio alimentar e frio ambiental, com os seus referidos equipamentos. O foco será descrever e investigar práticas que levem à redução do desperdício de energia por meio da conservação de energia ou da implementação de formas alternativas que melhorem o desempenho energético nos sistemas de refrigeração.

Vários itens serão observados e verificados, principalmente com relação às temperaturas normalizadas para cada tipo de equipamento em comparação com a temperatura dos produtos que estão armazenados e expostos para a venda. Usando a câmera termográfica (VT04), é possível verificar os vazamentos na estrutura da refrigeração e constatar temperaturas acima do normal nos balcões e ilhas de refrigeração de produtos perecíveis. Também serão coletados os parâmetros elétricos dos equipamentos de refrigeração e ar condicionado, que serão comparados com as medidas realizadas durante o funcionamento a fim de determinar discrepâncias. Todos os dados serão organizados de acordo com requisitos da gestão energética e compilados para posterior análise na seção 4.

### **3.6.2 Sistema de iluminação**

Tomando como referência a norma NBR 5413 e o quadro 2 com os níveis de iluminância de interiores, a coleta e análise do sistema de iluminação do ambiente do supermercado será dividida em três partes:

a) Área administrativa: - Nesta área observou-se que em alguns pontos há níveis de iluminância menores do que os recomendados pela norma, há luminárias mal distribuídas, com falta de manutenção e limpeza. Por outro lado, em outros pontos foi observado excesso de iluminação. Todos os itens observados serão verificados e registrados durante as auditorias e apresentados no relatório final.

b) Área do depósito: - Nesta área observou-se que, em alguns pontos, os níveis de iluminância estão abaixo do recomendado pela norma, com lâmpadas de baixo fator de reprodução de cor, baixo rendimento, ausência de manutenção e limpeza.

c) Área de exposição de produtos para venda: - Nesta área observou-se que a iluminância está adequada, entretanto parece estar em excesso em alguns pontos. Em relação à reprodução de cores e manutenção, parece estar dentro dos padrões recomendados. Neste setor a iluminação é um fator crítico, pois é utilizada por muitos clientes e a sua manutenção deve estar sempre em dia para não alterar a aparência dos produtos que estão expostos para venda.

Observou-se também que, em todas as áreas, o controle do sistema de iluminação é feito de forma manual e por esse motivo alguns pontos ficam iluminados sem a presença de nenhum usuário, principalmente no setor de armazenagem. As lâmpadas mais utilizadas nos três ambientes são do tipo fluorescentes tubular de 40W e 28W, incluindo o reator eletrônico e acondicionadas em luminárias de alumínio anodizado que tem boa refletância. Também são utilizadas lâmpadas fluorescentes compactas de 105W e 20W na área de vendas e em algumas áreas de acesso restrito. O prédio não está adaptado para uso de iluminação natural, por esse motivo a iluminação artificial é muito utilizada. Todos os itens observados serão verificados e registrados durante as auditorias e apresentados na seção 4.

### **3.6.3 Motores elétricos e bombas**

Na inspeção dos motores, além da coleta de dados técnicos fornecidos pelos fabricantes, serão realizadas medições utilizando alguns instrumentos já mencionados. Poderão ser utilizados a câmera termográfica, alicate amperímetro e até mesmo o analisador de energia para se detectar e registrar os parâmetros de funcionamento real e possibilitar a detecção de qualquer anomalia. A análise dos problemas citados anteriormente pode trazer soluções que melhorarão a utilização e consumo, promovendo ganhos na conservação de energia. Todos os dados sobre motores elétricos e bombas serão organizados em tabelas de acordo com requisitos da gestão energética para posterior análise na seção 4.

### **3.6.4 Quadros de distribuição de circuitos e acionamentos**

Neste caso serão realizadas inspeções de verificação do funcionamento e dimensionamento correto de componentes, além de medições, principalmente em relação ao aquecimento dos quadros, que podem conter alguns dispositivos com defeito ou até mesmo problemas de conexão. Para a realização dessas medições serão usados o alicate amperímetro

para verificação dos valores de tensão e corrente elétrica e a câmera termográfica para constatação da temperatura de trabalho dos componentes. Os dados sobre os quadros de distribuição de circuitos e acionamentos serão organizados em tabelas de acordo com os requisitos da gestão energética para posterior análise na seção 4.

### 3.6.5 Análise tarifária de energia elétrica

Nesta etapa, o objetivo é verificar o contrato de fornecimento de energia com a concessionária, as regras de consumo, multas e valores de tarifação, fator de carga, fator de potência e outros itens que são vinculados diretamente com:

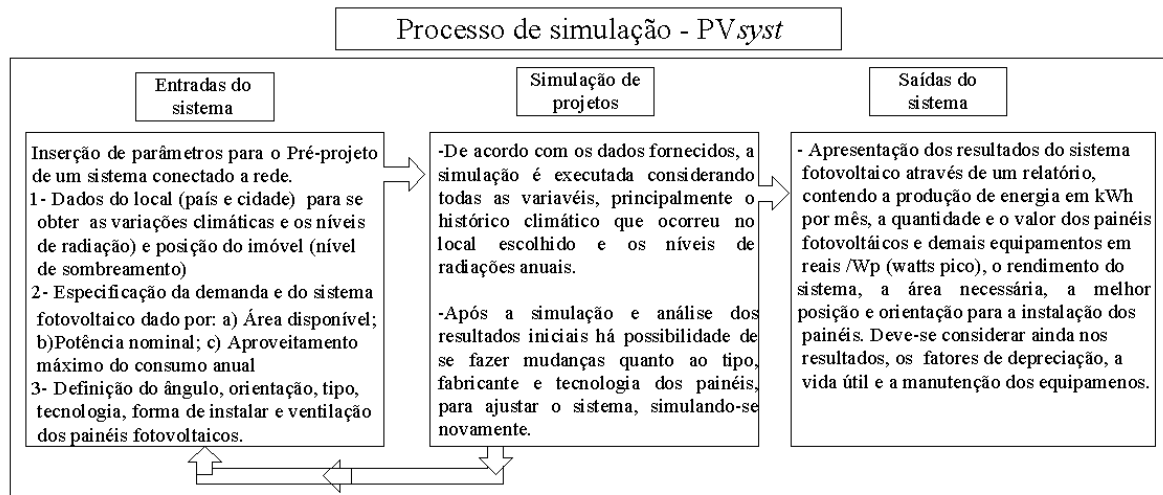
- O regime de funcionamento dos consumidores (tempo e horário de funcionamento);
- Os parâmetros elétricos das cargas (fator de potência e fator de carga);
- O tipo de contrato de acordo com a modalidade do consumidor como grupo A ou B.

Para esta análise devemos considerar também as regras de fornecimento de energia quanto ao horário fora de ponta e de ponta, bem como o período seco e período úmido.

### 3.7 Ferramentas de simulação e dimensionamento

Neste item serão realizadas as simulações utilizando o *software PVsyst*, citado no item 2.7, para o Cenário 2 (atualização). Esse cenário envolve a inserção de um sistema de geração fotovoltaica, além dos sistemas de geração de energia já utilizados no ambiente do Supermercado SP, levando em conta as propostas de melhorias através da gestão energética. Dessa forma, os procedimentos da simulação utilizando o *software* serão estruturados através do diagrama apresentado na figura 9.

Figura 9 – Diagrama de simulação com o *software PVsyst*



Fonte: O autor (2017)



O *software* PVsyst normalmente é utilizado para o dimensionamento do sistema fotovoltaico, fornecendo vários parâmetros elétricos e físicos dos equipamentos e estrutura. Ao se inserir os dados de posicionamento geográfico do local no *software*, ocorre uma coleta automática de informações climáticas que estão vinculados a um banco de dados com o histórico de variação de temperatura, radiação solar, quantidade de chuvas, entre outros fatores que possam influenciar o rendimento do sistema fotovoltaico instalado no local. O programa também possui um banco de dados de equipamentos e dispositivos de vários fabricantes de sistemas fotovoltaicos.

A simulação e dimensionamento do sistema fotovoltaico tem como objetivo alimentar apenas o sistema de refrigeração do quadro QFR2, composto por um conjunto de 16 ilhas compactas fechadas de congelamento para produtos alimentícios. Cada ilha tem uma potência de 0,64 kW, totalizando um sistema com 10,24 kW, sendo que o tempo médio de funcionamento das ilhas é de 12,5 horas por dia, ajustado automaticamente pelo equipamento. Dessa forma, o sistema fotovoltaico deverá ser dimensionado para fornecer uma energia de 128 kWh/dia, para atender o sistema de refrigeração alimentado pelo quadro QFR2.

Após o processamento dos dados, são obtidos como saída os parâmetros dos módulos fotovoltaicos, incluindo tensão de funcionamento, a quantidade de painéis e a potência nominal. Os módulos são fornecidos em quilo-watt-pico (kWp), suficientes para atender o sistema específico de refrigeração do Supermercado SP, incluindo todos os equipamentos e acessórios necessários. Também serão fornecidos os dados de irradiação e a potência em kWh específica para cada mês do ano, que serão utilizados para se estabelecer a linha de base energética do sistema fotovoltaico. O sistema será projetado para trabalhar isoladamente (*Off-Grid*), mas poderá ser adaptado para trabalhar conectado à rede (*On-Grid*), dependendo da política da organização.

## 4 RESULTADOS

Nesta seção serão apresentados todos os resultados do Cenário 1, e as simulações e aplicações da gestão energética atribuídas ao Cenário 2 (atualização). As coletas de dados são relativas ao uso e consumo da energia elétrica no Supermercado SP para o período de 2014 a 2016, de acordo com a metodologia estabelecida na seção 3. A maior parte desses dados serão apresentados em forma de gráficos e tabelas com o objetivo de facilitar a análise das informações simuladas e coletadas. Inicialmente serão apresentados os resultados da simulação do sistema fotovoltaico com o *software* PVsyst para facilitar a comparação e análise entre os Cenários 1 e 2 para todos os itens, considerando que a sua utilização alterará o comportamento do sistema de energia do Supermercado SP.

### 4.1 Simulação do sistema fotovoltaico

Nesta etapa será apresentada a simulação de um sistema de geração fotovoltaico (Cenário 2) aplicado ao ambiente do supermercado, como se ele tivesse funcionado entre os anos de 2014 a 2016, analisando o seu comportamento em relação ao sistema de energia elétrica atual (Cenário 1). O valor de referência para a simulação é um consumo de 128 kWh/dia, como citado no item anterior. Inserindo os dados do Supermercado SP no simulador PVsyst, como citado no item 3.7, o resultado é um relatório com vários dados que estão representados na tabela 6, com os seguintes itens:

- a) Meses dos anos de 2014 a 2016 e a quantidade de dias de cada mês;
- b) A potência gerada devido à radiação solar do local onde será instalado o sistema fotovoltaico em (kWh/m<sup>2</sup>.dia), com valores diferentes para cada mês, levando-se em consideração a latitude, a longitude e a incidência angular da radiação solar nos painéis, sendo o valor médio adotado pelo simulador como 4 kWh/m<sup>2</sup>.dia;
- c) A partir dos índices de cada mês do item b), o *software* fornece a energia gerada pelo sistema fotovoltaico para cada mês em kWh, de forma a balanceada para o sistema;
- d) A partir dos valores de energia gerada em kWh por mês, no item c), é possível se calcular o valor diário de energia em kWh/dia em cada mês, dividindo-se o valor pelo número de dias do respectivo mês. Esses valores estão próximos do valor médio solicitado pelo sistema, que é de 128 kWh/dia, mas com uma variação para compensar algum tipo de perda na geração, chegando a um valor médio de 139 kWh.

e) Demanda de energia fornecida pelo sistema fotovoltaico por mês, que é determinada através do seguinte cálculo: 128 kWh/dia x Dias do mês. Dessa forma temos os valores calculados para cada mês apresentados na tabela 6.

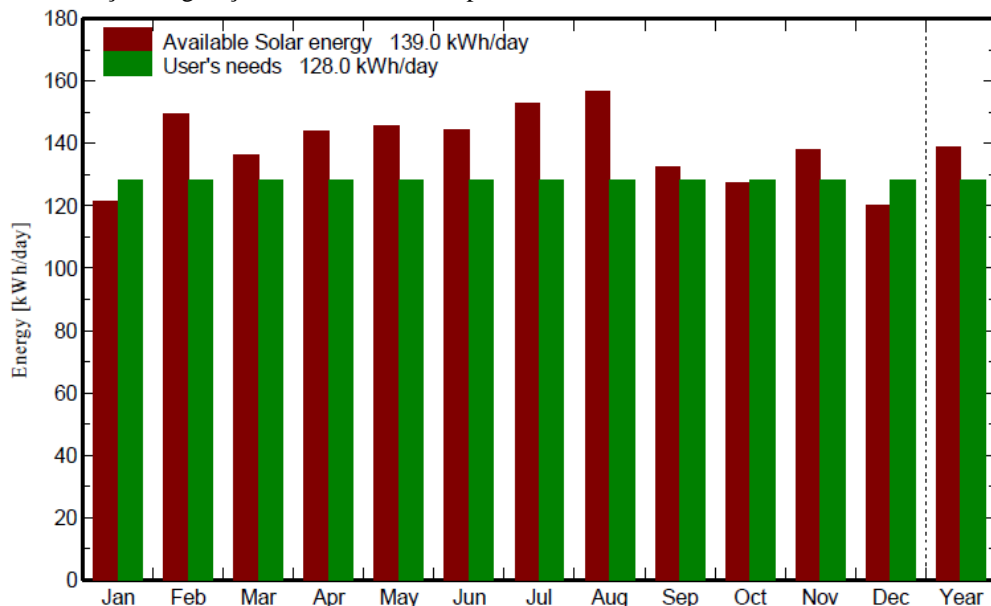
Tabela 6 – Geração ou Consumo de energia fotovoltaica do sistema

a) Meses dos anos de 2014, 2015 e 2016 (número de dias)	b) Energia gerada devido à radiação solar (kWh/m <sup>2</sup> . dia)	c) Energia fotovoltaica gerada em (kWh) por mês	d) Energia gerada em kWh/dia	e) Demanda de energia fornecida pelo sistema fotovoltaico por mês (kWh)
Janeiro (31)	3,5	3765.8	121,47	3968
Fevereiro (28)	4,3	4182.7	149,38	3584
Março (31)	4,0	4231.8	136,5	3968
Abril (30)	4,2	4316.1	143,87	3840
Mai (31)	4,2	4519.6	145,79	3968
Junho (30)	4,2	4329.1	144,3	3840
Julho (31)	4,4	4744.6	153,05	3968
Agosto (31)	4,5	4851.9	156,51	3968
Setembro (30)	3,8	3978.3	132,61	3840
Outubro (31)	3,7	3947.7	127,34	3968
Novembro (30)	4,0	4136.9	137,89	3840
Dezembro (31)	3,5	3723.7	120,11	3968
Média do ano	4,0	4227,33	140,91	3894

Fonte: O autor (2017)

Observando-se a tabela 6, nota-se que os meses de julho e agosto apresentam os maiores valores de geração de energia devido a maior incidência de radiação no local. De acordo com os valores apresentados na tabela 6, obtém-se o gráfico apresentado na figura 10.

Figura 10 – Simulação da geração fotovoltaica do Supermercado SP



Fonte: software PVsyst (2017)

De acordo com o dimensionamento, o sistema fotovoltaico terá uma potência de 41,974 kWp, constituído por 164 painéis do tipo policristalino com 260 Wp cada um, ocupando uma área de 246 metros quadrados. Para esse sistema o investimento é de U\$ 274991, a um custo de U\$ 1,18 o kWh, para alimentar as 16 ilhas de congelamento horizontal fechada. De acordo com o item 2.6.3 para sistemas fotovoltaicos *Off-Grid*, a energia gerada é acumulada em baterias com uma autonomia de 2 a 4 dias tipicamente para o Brasil. Neste caso foram adotados 4 dias de autonomia por se tratar de um caso crítico e com o foco na segurança energética. O controlador de carga juntamente com o inversor transformam a energia elétrica CC (48V) em tensão CA (220V) e alimentam as cargas automaticamente quando for necessário.

Na sequência serão realizadas várias comparações entre os Cenários 1 e 2 em relação à aplicação dos procedimentos da gestão energética e ao comportamento das cargas mais significativas da organização.

## **4.2 Linhas de base energética**

Neste item serão apresentados os resultados dos dados das contas mensais de energia elétrica (em kWh) da concessionária, do consumo de óleo diesel (em litros) usado no grupo gerador diesel e do faturamento por metro quadrado (da tabela 4) do Supermercado SP, relativos aos anos de 2014 a 2016 para o Cenário 1. Também serão apresentados os resultados da simulação da inserção de um sistema fotovoltaico entre os anos de 2014 a 2016, e sua influência em relação aos sistemas já existentes no ambiente, nesse mesmo período.

### **4.2.1 Linhas de base energética – Cenário 1**

Usando-se as equações 1 e 2 (item 2.3.1.2) e os dados coletados, calculou-se a linha de base energética da concessionária (ou linha de base de energia elétrica) e a linha de base energética do gerador diesel (ou linha de base de óleo diesel), apresentados na tabela 7.

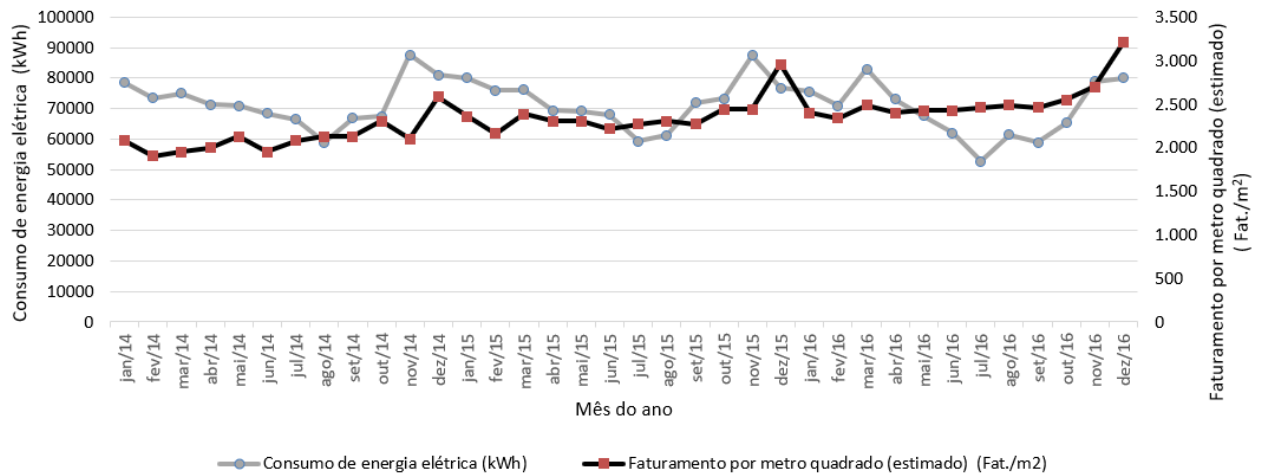
Tabela 7 - Consumo, faturamento por m<sup>2</sup> (estimado) e linhas de base energética – Cenário 1

Mês de leitura	Consumo de energia elétrica (kWh)	Consumo de óleo diesel (litros)	Faturamento por metro quadrado (estimado) (Fat./m <sup>2</sup> ) (em milhões)	Linha de base de energia elétrica (kWh/(Fat./m <sup>2</sup> ))	Linha de base de óleo diesel (litros)/(Fat./m <sup>2</sup> ))
jan/14	78547	2772	2.078	37,79932628	1,333974976
fev/14	73408	2400	1.901	38,61546554	1,262493425
mar/14	74906	2583	1.951	38,39364428	1,323936443
abr/14	71337	2280	2.002	35,63286713	1,138861139
mai/14	70960	2394	2.129	33,33020197	1,124471583
jun/14	68450	2220	1.951	35,08457201	1,137878011
jul/14	66464	2622	2.078	31,98460058	1,261790183
ago/14	58777	2160	2.129	27,60779709	1,014560827
set/14	66819	2442	2.129	31,38515735	1,147017379
out/14	67438	2829	2.306	29,24457936	1,226799653
nov/14	87653	2580	2.104	41,6601711	1,226235741
dez/14	80956	2709	2.585	31,31760155	1,047969052
jan/15	80056	2646	2.358	33,95080577	1,122137405
fev/15	75893	2280	2.159	35,15192219	1,056044465
mar/15	76203	2706	2.387	31,9241726	1,133640553
abr/15	69342	2220	2.302	30,12250217	0,964378801
mai/15	69094	2220	2.302	30,01476977	0,964378801
jun/15	68082	2331	2.216	30,72292419	1,051895307
jul/15	59258	2553	2.273	26,07039155	1,123185218
ago/15	61146	2268	2.302	26,5621199	0,985230235
set/15	71813	2508	2.273	31,59392873	1,103387593
out/15	73241	2520	2.444	29,96767594	1,031096563
nov/15	87305	2580	2.444	35,72217676	1,055646481
dez/15	76627	2706	2.955	25,93130288	0,915736041
jan/16	75637	2460	2.398	31,54170142	1,025854879
fev/16	70931	2460	2.337	30,35130509	1,052631579
mar/16	83015	2838	2.489	33,35275211	1,140216955
abr/16	73104	2280	2.398	30,4854045	0,950792327
mai/16	67555	2394	2.428	27,82331137	0,985996705
jun/16	61997	2442	2.428	25,53418451	1,005766063
jul/16	52670	2205	2.458	21,42799024	0,897070789
ago/16	61432	2553	2.489	24,68139815	1,025713138
set/16	58807	2268	2.458	23,92473556	0,922701383
out/16	65315	2400	2.549	25,62377403	0,941545704
nov/16	78778	2520	2.701	29,16623473	0,932987782
dez/16	80002	2772	3.217	24,86851104	0,861672366

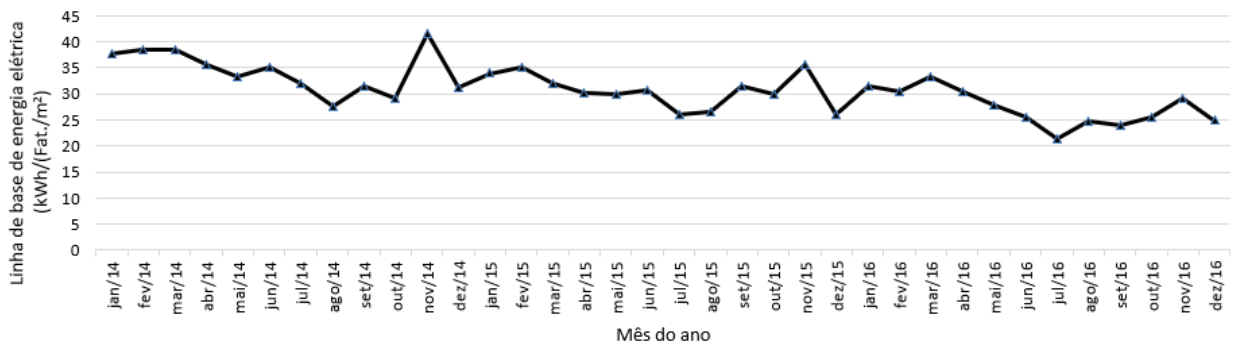
Fonte: O autor (2017)

De acordo com os valores do consumo de energia elétrica e do faturamento por metro quadrado relacionados ao período de três anos mostrado na tabela 7, observa-se o comportamento dessas variáveis por meio do gráfico da figura 11 (a). Os cálculos da linha de base de energia elétrica envolvem diretamente a variação do consumo de energia elétrica e do faturamento por metro quadrado. A partir da relação dessas variáveis teremos o gráfico da figura 11 (b), que retrata então a linha de base de energia elétrica.

Figura 11 – Curvas de energia elétrica e faturamento - Cenário 1

(a) Energia elétrica *versus* Faturamento por m<sup>2</sup> (estimado)

(b) Linha de base de energia elétrica

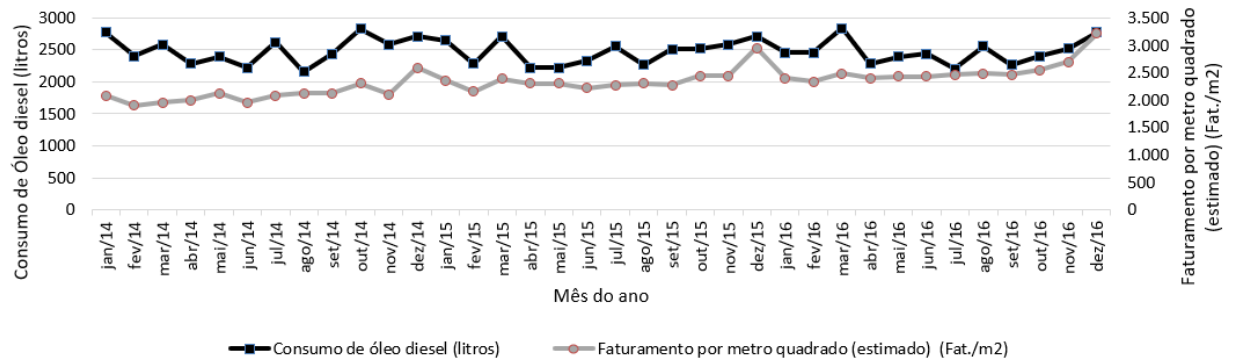


Fonte: O autor (2017)

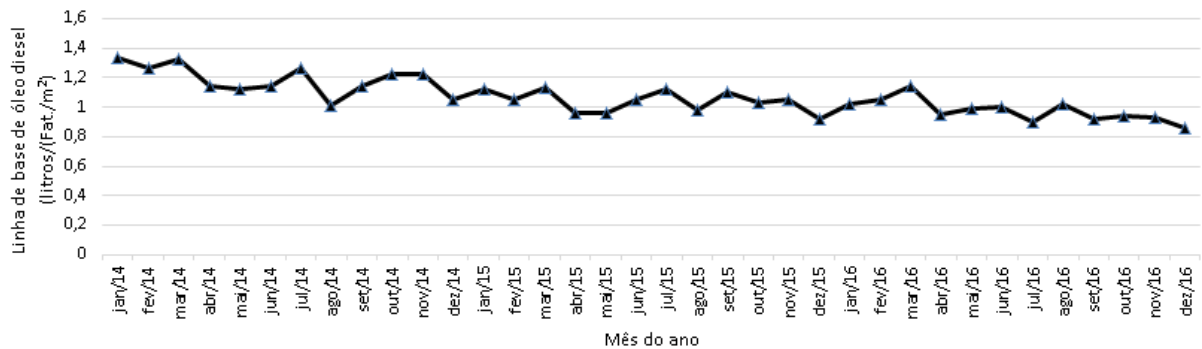
Usando-se a equação 4 (item 2.3.1.2) e os dados da tabela 7, calcula-se o fator de correlação, obtendo-se o valor de + 0,15. De acordo com a correlação de Pearson, percebe-se que a linha de base de energia elétrica possui uma baixa correlação entre o consumo de energia e o faturamento por metro quadrado (estimado), ou seja, a variação do faturamento não está vinculada ao consumo de energia elétrica do Supermercado SP.

Posteriormente, de acordo com os valores do consumo de óleo diesel e do faturamento por metro quadrado relacionados ao período de três anos mostrado na tabela 7, observa-se o comportamento dessas variáveis por meio do gráfico da figura 12 (a). Os cálculos da linha de base de óleo diesel (equação 2) envolvem diretamente a variação do consumo de óleo diesel e do faturamento por metro quadrado. A partir da relação dessas variáveis teremos o gráfico da figura 12 (b), que retrata então a linha de base de óleo diesel.

Figura 12 – Curvas de Óleo diesel e faturamento - Cenário 1

(a) – Óleo diesel *versus* Faturamento por m<sup>2</sup> (estimado)

(b) – Linha de base de óleo diesel



Fonte: O autor (2017)

Usando-se a equação 4 (item 2.3.1.2) e os dados da tabela 7, calcula-se o fator de correlação, obtendo-se o valor de + 0,35. De acordo com a correlação de Pearson, percebe-se que a linha de base de óleo diesel possui uma mediana correlação entre o consumo de óleo diesel e o faturamento por metro quadrado (estimado), ou seja, a variação do faturamento tem pouco vínculo com o consumo de óleo diesel para o grupo gerador do Supermercado SP.

#### 4.2.2 Linhas de base energética – Cenário 2

Para esse cenário, supõe-se que o sistema de geração fotovoltaico estivesse instalado e fornecendo energia desde 2014 para o sistema de refrigeração (QFR2), influenciando dessa forma o comportamento do sistema de energia no período de 2014 a 2016. Portanto, haverá redução no consumo de energia elétrica da concessionária usado no supermercado (tabela 7), e conseqüentemente a linha de base de energia fotovoltaica provocará alterações na linha de base de energia elétrica. Entretanto, a linha de base de óleo diesel não será alterada pois a geração diesel e geração fotovoltaica são complementares, logo as figuras 12 (a) e (b) serão mantidas para o Cenário 2.

Os valores de radiação solar fornecidos ao sistema fotovoltaico (tabela 6) são médias mensais para um período de 12 meses e são consideradas cíclicas para o período de um ano. Dessa forma, a energia elétrica gerada nos painéis solares a cada mês são equivalentes de um ano para outro e com valores iguais para os anos de 2014 a 2016.

Atualizando os valores mensais para todas as fontes de energia, usando as equações 1, 2 e 3 (item 2.3.1.2) e os dados coletados, os valores para as linhas de base energética serão atualizados e apresentados na tabela 8.

Tabela 8 - Consumo, faturamento por m<sup>2</sup> (estimado) e linhas de base energética – Cenário 2

Mês de leitura	Consumo de energia elétrica (kWh)	Consumo de óleo diesel (litros)	Consumo de energia fotovoltaica (kWh)	Faturamento por metro quadrado (estimado) (Fat./m <sup>2</sup> )	Linha de base de energia elétrica (kWh/(Fat./m <sup>2</sup> ))	Linha de base de óleo diesel (litros / (Fat./m <sup>2</sup> ))	Linha de base de energia fotovoltaico (kWh/(Fat./m <sup>2</sup> ))
jan/14	74781,2	2772	3765.8	2.078	35,98710298	1,333974976	1,812223292
fev/14	69225,3	2400	4182.7	1.901	36,41520252	1,262493425	2,200263019
mar/14	70674,2	2583	4231.8	1.951	36,22460277	1,323936443	2,169041517
abr/14	67020,9	2280	4316.1	2.002	33,47697303	1,138861139	2,155894106
mai/14	66440,4	2394	4519.6	2.129	31,20732738	1,124471583	2,122874589
jun/14	64120,9	2220	4329.1	1.951	32,86565864	1,137878011	2,218913378
jul/14	61719,4	2622	4744.6	2.078	29,70134745	1,261790183	2,283253128
ago/14	53925,1	2160	4851.9	2.129	25,32883983	1,014560827	2,278957257
set/14	62840,7	2442	3978.3	2.129	29,51653358	1,147017379	1,868623767
out/14	63490,3	2829	3947.7	2.306	27,53265395	1,226799653	1,711925412
nov/14	83516,1	2580	4136.9	2.104	39,69396388	1,226235741	1,966207224
dez/14	77232,3	2709	3723.7	2.585	29,87709865	1,047969052	1,440502901
jan/15	76290,2	2646	3765.8	2.358	32,35377439	1,122137405	1,597031383
fev/15	71710,3	2280	4182.7	2.159	33,21459009	1,056044465	1,937332098
mar/15	71971,2	2706	4231.8	2.387	30,15131965	1,133640553	1,772852953
abr/15	65025,9	2220	4316.1	2.302	28,24756733	0,964378801	1,874934839
mai/15	64574,4	2220	4519.6	2.302	28,05143354	0,964378801	1,963336229
jun/15	63752,9	2331	4329.1	2.216	28,76935921	1,051895307	1,953564982
jul/15	54513,4	2553	4744.6	2.273	23,98301804	1,123185218	2,087373515
ago/15	56294,1	2268	4851.9	2.302	24,45443093	0,985230235	2,107688966
set/15	67834,7	2508	3978.3	2.273	29,84368676	1,103387593	1,750241971
out/15	69293,3	2520	3947.7	2.444	28,35241408	1,031096563	1,615261866
nov/15	83168,1	2580	4136.9	2.444	34,02950082	1,055646481	1,692675941
dez/15	72903,3	2706	3723.7	2.955	24,67116751	0,915736041	1,260135364
jan/16	71871,2	2460	3765.8	2.398	29,97130942	1,025854879	1,570391993
fev/16	66748,3	2460	4182.7	2.337	28,56153188	1,052631579	1,789773214
mar/16	78783,2	2838	4231.8	2.489	31,65255123	1,140216955	1,700200884
abr/16	68787,9	2280	4316.1	2.398	28,68552961	0,950792327	1,799874896
mai/16	63035,4	2394	4519.6	2.428	25,96186161	0,985996705	1,861449753
jun/16	57667,9	2442	4329.1	2.428	23,7511944	1,005766063	1,782990115
jul/16	47925,4	2205	4744.6	2.458	19,49772172	0,897070789	1,930268511
ago/16	56580,1	2553	4851.9	2.489	22,73206107	1,025713138	1,949337083
set/16	54828,7	2268	3978.3	2.458	22,30622457	0,922701383	1,618510985
out/16	61367,3	2400	3947.7	2.549	24,07504904	0,941545704	1,54872499
nov/16	74641,1	2772	4136.9	2.701	27,63461681	0,932987782	1,531617919
dez/16	76278,3	2400	3723.7	3.217	23,71100404	0,861672366	1,157506994

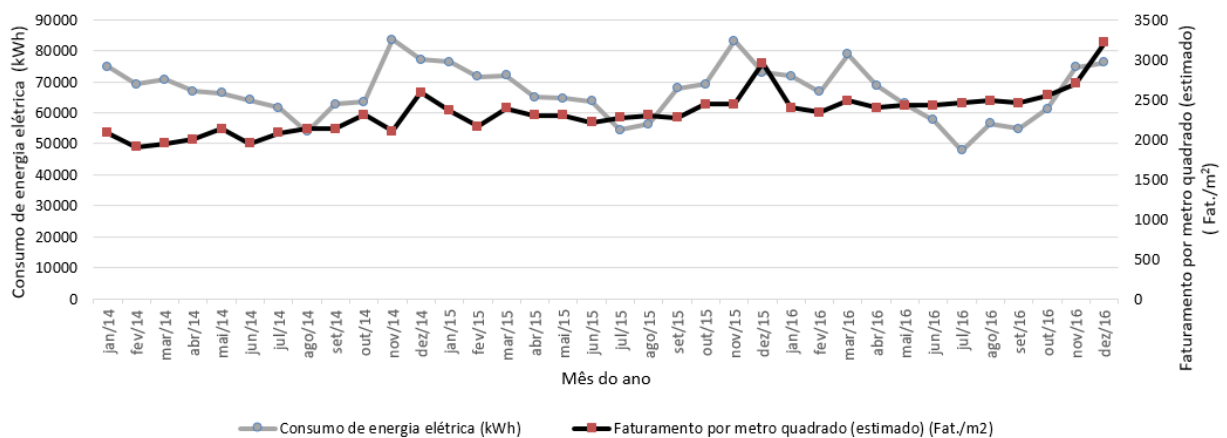
Fonte: O autor (2017)



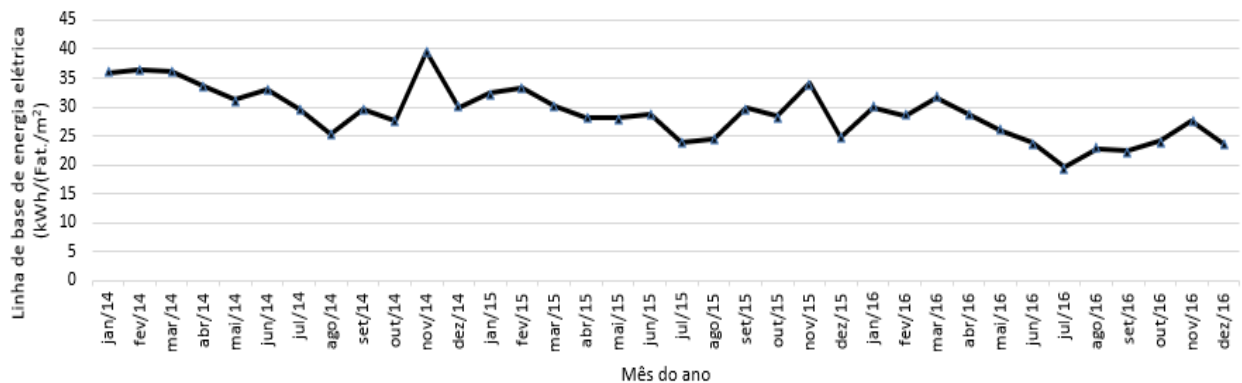
De acordo com os valores do consumo de energia elétrica (atualizados) e do faturamento por metro quadrado (estimado), relacionados ao período de três anos mostrado na tabela 8, observa-se o comportamento dessas variáveis por meio do gráfico da figura 13 (a). Os cálculos da linha de base de energia elétrica (equação 1), envolvem diretamente a variação do consumo de energia elétrica (atualizado) e do faturamento por metro quadrado (estimado). A partir da relação dessas variáveis teremos o gráfico da figura 13 (b), que retrata então a linha de base de energia elétrica.

Figura 13 – Curvas de energia elétrica e faturamento – Cenário 2

(a) Energia elétrica *versus* Faturamento por m<sup>2</sup> (estimado)



(b) Linha de base de energia elétrica



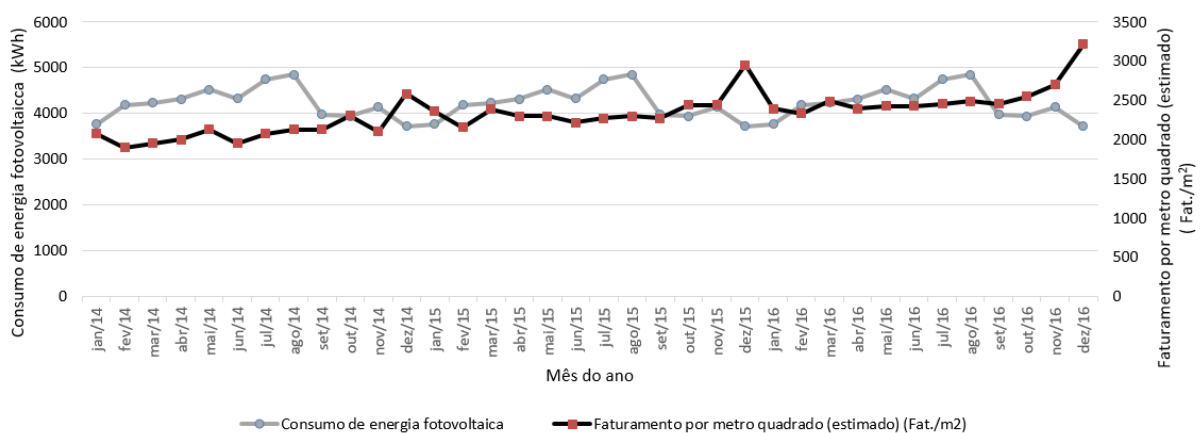
Fonte: O autor (2017)

Usando-se a equação 4 (item 2.3.1.2) e os dados da tabela 8, calcula-se o fator de correlação, obtendo-se o valor de + 0,16. Percebe-se que a linha de base de energia elétrica obtida, mostra uma correlação muito baixa entre o consumo de energia (atualizada) e o faturamento por metro quadrado (estimado). Nesse caso as variáveis aumentaram um pouco, mas a variação no consumo de energia elétrica praticamente não tem influência sobre o faturamento por metro quadrado (estimado). Posteriormente, de acordo com os valores do

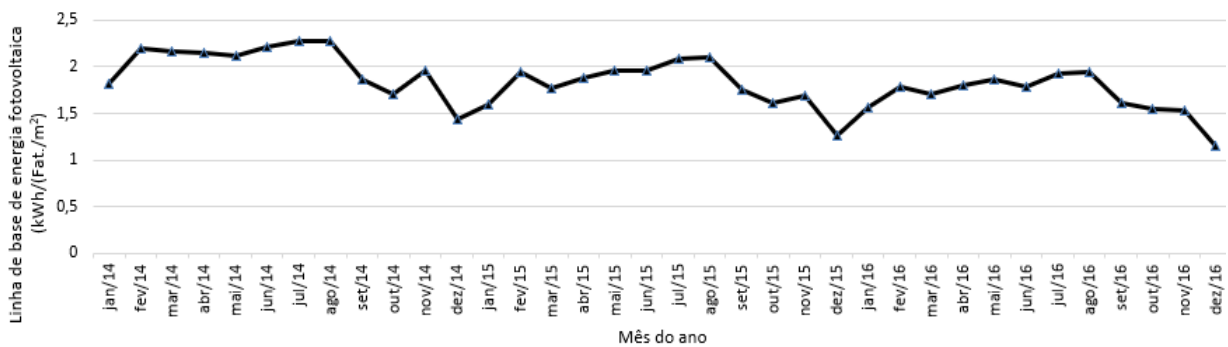
consumo de energia fotovoltaica e do faturamento por metro quadrado (estimado), relacionados ao período de três anos mostrado na tabela 8, observa-se o comportamento dessas variáveis por meio do gráfico da figura 14 (a). Os cálculos da linha de base de energia fotovoltaica (equação 3) envolvem diretamente a variação do consumo de energia fotovoltaica e do faturamento por metro quadrado (estimado). A partir da relação dessas variáveis teremos o gráfico da figura 14 (b), que retrata então a linha de base de energia fotovoltaica.

Figura 14 – Curvas de energia fotovoltaica e faturamento – Cenário 2

(a) – Energia fotovoltaica versus Faturamento por  $m^2$  (estimado)



(b) – Linha de base de energia fotovoltaica



Fonte: O autor (2017)

De acordo com o cálculo do fator de correlação (equação 4), obteve-se o valor de -0,35, que indica uma mediana correlação, mas inversamente proporcional. Essa correlação inversa significa que o faturamento está aumentando em relação ao consumo de energia fotovoltaica e também indica que há baixa influência entre o consumo de energia fotovoltaica e o faturamento por metro quadrado (estimado). Dessa forma, para o Cenário 1 e 2, não se pode projetar os custos das fontes de energia com base no faturamento por metro quadrado (estimado).

### 4.3 Sistemas de uso significativo da energia

Nesta etapa são apresentadas as potências e a energia consumida em todos os quadros, incluindo os sistemas mais significativos relativos à utilização da energia do Supermercado SP. De acordo com o quadro 3 (item 3.5), foram realizadas as medições dos parâmetros elétricos utilizando-se os instrumentos de medição. Os resultados dos parâmetros técnicos de consumo são apresentados na tabela 9.

Tabela 9 – Demanda média medida nos principais quadros elétricos

Quadro elétrico	Setor e descrição das cargas	Potência (kW)
QFR1 - Refrigeração	Sala de máquinas central - Balcões verticais de laticínios, sucos, embutidos, frios e câmaras frias do açougue, padaria e hortifrúti	19,136
QFR2 – Refrigeração	Balcões horizontais para produtos congelados (equipamentos independentes)	10,24
QFAC – Ar condicionado	Ar condicionado central para toda a área de vendas de produtos,	30,4
QDIT – Supermercado	Iluminação e tomadas da área de exposição de produtos, caixas de cobrança, atendimento ao cliente e equipamentos de refrigeração e congelamento de pequeno porte (3,98 kW)	22,3
QDIT – Escritório	Iluminação, ar condicionado split (4,434 kW) e tomadas de uso geral da administração	13,2
QDIT – Depósito	Iluminação e tomadas de uso geral para o depósito de produtos	8,1
QDIT – Padaria	Iluminação, fornos, batedeiras, misturadores e cortador de pão e tomadas de uso geral (balanças e outros eq. portáteis)	22,0
QDIT – Cozinha Industrial	Iluminação, fritadeira, forno para assar frango, fatiadoras, embaladora térmica e tomadas de uso geral(balanças)	14,3
QFB	Poço Semi artesiano	3,68
<b>TOTAL</b>	--	<b>143,356</b>

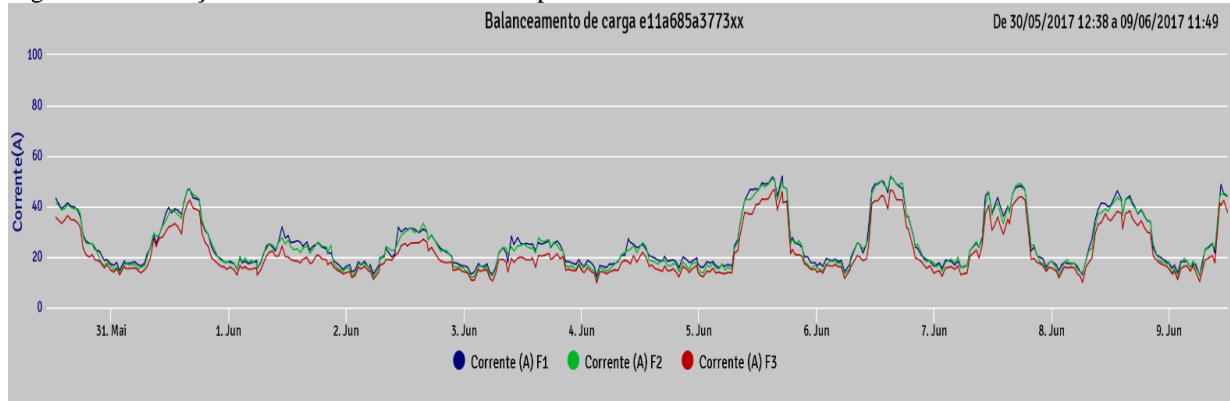
Fonte: O autor (2017)

Os quadros QFR1, QFR2, QFAC, os equipamentos de ar condicionado do QDIT (Escritório) e os equipamentos de resfriamento e congelamento de pequeno porte do QDIT (Supermercado) representam o módulo de refrigeração, que é o mais significativo, com uma potência instalada de 68,19 kW e destaque para o sistema de ar central com 30,4kW (tabela 10). Observando a tabela 9, percebe-se que alguns quadros possuem consumidores de classes diferentes, por isso foram organizados em módulos temáticos de refrigeração, iluminação, motores elétricos, quadros de distribuição de circuitos e acionamentos e a tarifação de energia elétrica para facilitar a análise. Alguns consumidores não serão considerados nesse estudo pois possuem baixa potência e variabilidade na sua utilização e, portanto, de difícil mensuração.

De acordo com as medições realizadas com o analisador de energia, obteve-se o gráfico da figura 15 representando as correntes elétricas da fase 1 (F1), da fase 2 (F2) e da fase 3 (F3), relativas a utilização de todo o supermercado (quadro geral). Percebe-se nitidamente uma variação das correntes elétricas no período apresentado, ao longo do dia,

constatando-se uma variação no consumo de energia, principalmente no sistema de refrigeração (resfriamento de alimentos e ar condicionado) que representa o maior consumidor de energia do supermercado.

Figura 15 – Medição das correntes elétricas do supermercado



Fonte: O autor (2017)

#### 4.4 Módulos temáticos

Nesta etapa serão apresentadas os parâmetros elétricos e as observações sobre o comportamento dos módulos temáticos descritos no item 3.6, retratando assim os consumidores do Cenário 1 na situação atual das instalações elétricas do supermercado. Para cada item, também serão apresentadas as propostas de gestão energética, compondo assim parte do Cenário 2, que seria uma atualização dos módulos para obtenção de sistemas consumidores mais eficientes com o intuito de otimizar o uso e consumo da energia elétrica.

##### 4.4.1 Sistemas de refrigeração

De acordo com os dados apresentados no item 4.3, percebe-se que o sistema de refrigeração é o mais significativo da organização e utiliza equipamentos de resfriamento, congelamento e ar condicionado com as tecnologias mais comuns do setor comercial e supermercadista. No caso dos equipamentos de resfriamento e congelamento, a tecnologia de refrigeração utilizada é baseada no fluido refrigerante R404A, tanto na casa de máquinas central, que alimenta uma parte do sistema, quanto nos equipamentos das ilhas de congelamento de alimentos. No caso dos equipamentos de ar condicionado, a tecnologia utilizada é baseada no fluido refrigerante R410, e nos expositores menores de bebidas e de congelamento de sorvetes a tecnologia é baseada no fluido R134A. A tabela 10 apresenta os detalhes do sistema de refrigeração utilizado na organização.

Tabela 10 – Sistemas de refrigeração da organização

Sistema de refrigeração	Tecnologia (fluido refrigerante)	Potência (kW)	Quantidade e setor	Total (kW)
Compressores para resfriamento de produtos (Casa de máquinas central)	R404A	4,784	4 – Laticínios, frios, açougue, padaria, hortifrúti, (3) câmaras frias e 3 salas de preparo de alimentos	19,136
Balcão horizontal para congelamento de produtos (equ.individual)	R404A	0,64 W	16 – Alimentos congelados (massas, salgados e carnes)	10,24
Ar condicionado central (Rooftop)	R410A	30,4	1- Área de vendas	30,4
Ar condicionado Split - 24000 Btus	R410A	2,130	1 - Administração	2,130
Ar condicionado Split - 18000 Btus	R410A	1,514	1 - Administração	1,514
Ar condicionado Split – 9000 Btus	R410A	0,79	1 - Administração	0,79
Balcão vertical para resfriamentos	R134A	0,34	8 – Bebidas (água, refrigerante e cerveja)	2,72
Balcão vertical/ horizontal para congelamento	R134A	0,315	4 – Sorvetes	1,26
<b>TOTAL</b>	--	--	--	<b>68,19</b>

Fonte: O autor (2017)

Aplicando-se a gestão energética ao módulo temático da refrigeração temos a composição do Cenário 2, que estabelece orientações para a melhoria do sistema. Nesse caso, propõe-se primeiramente a realização de manutenções periódicas (manutenção preventiva) para melhorar o desempenho dos equipamentos e diminuir o consumo de energia. Em segundo plano, propõe-se a substituição de alguns equipamentos de refrigeração por tecnologias mais eficientes e com menor consumo de energia.

De acordo com estudos citados no item 2.4.2, os fluídos refrigerantes R404A e R410 podem ser substituídos pelo fluído refrigerante R744, proporcionando uma economia de no mínimo 13% de energia elétrica. Substituindo-se somente os fluídos R404A e R410 nos sistemas da tabela 10 pelo R744, teríamos uma redução de 68,19 kW para 55,86 kW. Entretanto deve-se considerar as alterações nos equipamentos devido à alta pressão de trabalho do R744 como citado no item 2.4.2.

#### 4.4.2 Sistema de iluminação

O sistema de iluminação do Supermercado SP é composto por lâmpadas fluorescentes compactas e tubulares de diversos tipos e potências, inclusive na parte externa, onde são utilizados refletores com o mesmo tipo de lâmpada. A parte interna do estabelecimento necessita de iluminação artificial durante todo o horário de funcionamento, pois a quantidade de janelas e de estruturas translúcidas é bem reduzida, para garantir a segurança do prédio, e

dessa forma há pouco aproveitamento da iluminação natural. Na tabela 11 são apresentados os dados do Cenário 1, relativos aos sistemas de iluminação do Supermercado SP.

Tabela 11 – Tipos e potência de lâmpadas em cada ambiente – Cenário 1

<b>Ambientes</b>	<b>Tipos de lâmpadas</b>	<b>Quantidades e potências (W) (220V)</b>	<b>Potência de cada ambiente (kW)</b>
Exposição e vendas de produtos	Lâmpada fluorescente compacta	70 x 105W	7,350
Hortifrúti (Feirinha)	Lâmpada fluorescente tubular	30 x 28W	0,840
Escritório	Lâmpada fluorescente tubular	17 x 40W	0,680
Atendimento ao cliente e banheiros	Lâmpada fluorescente compacta	2 x 15W	0,030
	Lâmpada LED	6 x 10w	0,060
	Lâmpada fluorescente tubular	2 x 40W	0,080
Açougue	Lâmpada fluorescente tubular	8 x 40W	0,320
Padaria e Depósito de farinha	Lâmpada fluorescente tubular	8 x 40W	0,320
Cozinha Industrial	Lâmpada fluorescente tubular	8 x 40W	0,320
Depósito e Sala de máquinas	Lâmpada fluorescente tubular	41x 40W	1,640
	Lâmpada fluorescente compacta	3 x 105W	0,315
Câmaras Frias	Lâmpada fluorescente tubular	16 x 40W	0,640
Estacionamento	Lâmpada fluorescente compacta	24 x 20W	0,720
		12 x 105W	1,260
Marquise e fachada do Supermercado SP	Lâmpada fluorescente compacta	8 x 20W	0,160
		10 x 105W	1,050
<b>Total</b>	-	-	<b>15,565</b>

Fonte: O autor (2017)

Aplicando-se a gestão energética ao módulo temático da iluminação temos a composição do Cenário 2, que estabelece orientações para a melhoria do sistema. Neste caso propõe-se a adequação do prédio para um maior aproveitamento da iluminação artificial, implementação de sensores de presença para desligamento automático de alguns pontos com baixa utilização da iluminação, como é o caso do depósito, e principalmente a utilização de lâmpadas mais eficientes. De acordo com vários fabricantes, as lâmpadas com tecnologia LED podem substituir as lâmpadas fluorescentes, com equivalência em luminosidade e em média com potência 30% menor. A seguir serão apresentados dados sobre as lâmpadas fluorescentes compactas e tubulares utilizadas no Supermercado SP. De acordo com as melhorias propostas pela gestão energética e pela auditoria, também serão apresentados dados de lâmpadas LED como sugestão para substituição das lâmpadas fluorescentes. A proposta de substituição das lâmpadas fluorescentes tem como parâmetro principal a equivalência quanto ao fluxo luminoso, pois é um parâmetro que determina a qualidade da iluminação em um ambiente comercial. Através da tabela 12 é possível se fazer uma comparação dos parâmetros entre lâmpadas fluorescentes e lâmpadas LED.

Tabela 12 – Comparação das tecnologias de lâmpada fluorescente e LED (compacta e tubular)

<b>Tecnologia</b>	<b>Potência (watts)</b>	<b>Fluxo luminoso em lumens (lm)</b>	<b>Vida mediana em horas (h)</b>	<b>Rendimento luminoso em lumens/Watts</b>
1- Lâmpada fluorescente compacta	105 W	6872 lm	10 000 h	65,44 lm/W
2- Lâmpada LED compacta	70 W	7000 lm	50 000 h	100 lm/W
3-Lâmpada fluorescente compacta	20 W	1280 lm	10 000 h	64 lm/W
4-Lâmpada LED compacta	15 W	1500 lm	50 000 h	100 lm/W
5-Lâmpada fluorescente tubular	40 W	2500 lm	10 000 h	62,5 lm/W
6-Lâmpada LED tubular	40 W	4000 lm	50 000 h	100 lm/W
7-Lâmpada fluorescente tubular	28 W	2360 lm	20 000 h	84,28 lm/W
8-Lâmpada LED tubular	18 W	2100 lm	25 000 h	116,66 lm/W

Fonte: O autor (2017)

Tabela 13 – Tipos e potência de lâmpadas em cada ambiente – Cenário 2

<b>Ambientes</b>	<b>Tipos de lâmpadas</b>	<b>Quantidades e potências (W) (220V)</b>	<b>Potência de cada ambiente (kW)</b>
Exposição e vendas de produtos	Lâmpada LED compacta	70 x 70W	4,900
Hortifrúti (Feirinha)	Lâmpada LED tubular	33 x 18W	0,594
Escritório	Lâmpada LED tubular	14 x 40W	0,560
Atendimento ao cliente e banheiros	Lâmpada LED compacta	2 x 15W	0,030
	Lâmpada LED	6 x 10w	0,060
Açougue	Lâmpada LED tubular	2 x 40W	0,080
	Lâmpada LED tubular	6 x 40W	0,240
Padaria e Depósito de farinha	Lâmpada LED tubular	6 x 40W	0,240
Cozinha Industrial	Lâmpada LED tubular	6 x 40W	0,240
Depósito e Sala de máquinas	Lâmpada LED tubular	30x 40W	1,200
	Lâmpada LED compacta	3 x 70W	0,210
Câmaras Frias	Lâmpada LED tubular	16 x 40W	0,640
Estacionamento	Lâmpada LED compacta	24 x 15W	0,360
		12 x 70W	0,840
Marquise e fachada do Supermercado SP	Lâmpada LED compacta	8 x 15W	0,120
		10 x 70W	0,700
<b>Total</b>	-	-	<b>11,014</b>

Fonte: O autor (2017)

Analisando-se a tabela 12, percebe-se que as lâmpadas LED (itens 2, 4, 6) possuem vantagem em relação às lâmpadas fluorescentes no que diz respeito ao fluxo luminoso, à potência de consumo, à vida útil e ao rendimento. Em relação à lâmpada do item 7, trata-se de uma lâmpada com tecnologia melhor do que as outras lâmpadas fluorescentes, apresentando, por isso, uma diferença menor em relação aos parâmetros da lâmpada LED. De forma geral, as lâmpadas LED apresentam melhor eficiência em relação às lâmpadas fluorescentes, e fazendo a simulação da troca das lâmpadas, obtém-se os resultados na tabela 13.

Comparando-se a potência de iluminação do Cenário 1 (15,565 kW) com a do Cenário 2 (11,014 kW), observa-se uma redução de 29,23% no consumo de energia para este módulo temático.

#### 4.4.3 Motores elétricos

A maior parte dos motores elétricos presentes no Supermercado SP fazem parte de sistemas que não permitem modificação das máquinas, pois são de difícil acesso e são específicos para alguns equipamentos, como no sistema de refrigeração.

Em algumas máquinas e equipamentos os motores elétricos são visíveis e de fácil acesso, e, nesse caso, seria possível a sua substituição. Na tabela 14 são apresentados os parâmetros do Cenário 1, relativos aos motores elétricos utilizados no Supermercado SP.

Tabela 14 – Motores elétricos utilizados no supermercado – Cenário 1

<b>Ambientes</b>	<b>Tipo de aplicação e tensão (V)</b>	<b>Quantidades e potências em kW (CV)</b>	<b>Potência de cada ambiente (kW)</b>
Açougue	Moedor carne (220V)	2 x 1,1 (1,5 CV)	2,2
	Máquina de cortar carne(220V)	1 x 1,5 (2 CV)	1,5
Cozinha	Embaladora térmica	2 x 1,5W	3,0
	Fritadeira	1 x 1,0	1,0
Industrial	Forno elétrico	1 x 1,5 (2 CV)	1,5
	Misturadora	1 x 1,5 (2 CV)	1,5
Padaria	Modeladora	1 x 1,5 (2 CV)	1,5
	Batedeira	1 x 1,5 (2 CV)	1,5
	Fatiadora	1 x 0,75 (1 CV)	0,75
	Dosadora	1 x 0,75 (1 CV)	0,75
	Forno elétrico	2 x 1,1 (1,5 CV)	2,2
	Forno elétrico	1 x 1,5 (2 CV)	1,5
Administração	Bomba d'água (poço semi artesiano)	1 x 2,2 (3 CV)	2,2
<b>Total</b>	-	-	<b>21,1</b>

Fonte: O autor (2017)

Os motores apresentados na tabela 14 são todos do tipo convencional, sendo considerados antigos e com baixo rendimento se comparados com as tecnologias dos motores de alto rendimento como citado no item 2.4.4.

Aplicando-se a gestão energética ao módulo temático motores elétricos, temos a composição do Cenário 2, que estabelece orientações para a melhoria do sistema. Nesse caso, propõe-se primeiramente a realização de manutenções periódicas (manutenção preventiva) para melhorar o desempenho dos equipamentos e diminuir o consumo de energia. Em segundo plano, propõe-se a substituição de alguns motores por tecnologias mais eficientes e com menor consumo de energia.

De acordo com estudos citados no item 2.4.4, os motores convencionais(standard) podem ser substituídos pelos motores de alto rendimento, proporcionando uma economia de



até 9,4% de energia elétrica. Substituindo-se os motores citados na tabela 14, com exceção do motor da máquina de cortar carne (1,5 kW) e da fatiadora (0,75) devido a questões técnicas, teríamos uma redução de 9,4% em uma potência de 18,85 kW, resultando em 1,77 kW. Dessa forma, teríamos uma redução da potência total dos motores, de 21,1 kW para 19,32 kW, ou seja, redução de 8,43 % no consumo de energia elétrica neste módulo temático.

#### **4.4.4 Quadros de distribuição de circuitos e acionamentos**

De acordo com as investigações e medições realizadas no quadro geral e nos quadros de distribuição em relação às perdas por aquecimento, foram constatadas algumas situações no Cenário 1. Normalmente as perdas ocorrem devido ao mau contato de cabos com disjuntores e conectores. Essa situação foi constatada nos cabos do quadro geral, na conexão do cabo de 240 mm<sup>2</sup> entre o barramento geral e a chave comutadora. Por meio da câmera termográfica constatou-se um aquecimento nos cabos das fases R e S, mas nada que fosse além do suportável pelo cabo e que estivesse fora das recomendações do fabricante. Também se constatou no quadro QDIT Supermercado, um aquecimento em dois disjuntores devido à falta de manutenção das instalações elétricas, envolvendo os cabos e os bornes.

Na medição das correntes elétricas percebeu-se também um desbalanceamento entre as fases, chegando a uma diferença de 30% entre uma fase e outra. Isso se deve provavelmente à falta de equilíbrio nas ligações dos consumidores que funcionam em 220V e o sistema geral em 220/380V.

Aplicando-se a gestão energética a esse módulo temático, temos a composição do Cenário 2, que estabelece orientações para a melhoria desse sistema. A proposta inicial está fundamentada principalmente na elaboração de um plano de manutenção preventiva, através da verificação rotineira das condições da instalação, com o reaperto dos conectores e bornes dos dispositivos. Para tais inspeções, seriam necessários equipamentos específicos como a câmera termográfica, alicate amperímetro com grau de isolamento 4 e pessoal especializado na área elétrica para constatar as perdas.

#### **4.4.5 Análise tarifária de energia elétrica**

De acordo com a análise de documentos da organização, relativos ao contrato de utilização da energia elétrica entre o Supermercado SP e a concessionária local, será composto o Cenário 1. Observando as contas, percebeu-se que em alguns meses a demanda registrada ultrapassou a demanda contratada e por isso a organização acabou sendo penalizada, ou seja, teve que pagar multa em alguns meses. Entretanto, na maioria das

situações, a demanda registrada foi inferior à demanda contratada. Dessa forma, a organização sofreu um prejuízo por não ter realizado os ajustes no contrato com a concessionária. A seguir são apresentados no quadro 5 alguns dados do último contrato do supermercado com a concessionária.

Quadro 5 – Descrição dos dados do contrato do supermercado – Cenário 1

<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>DADOS DO CONTRATO</b>
Concessionária	CPFL
Opção de Tarifação	Horo-sazonal Verde
Classe de Subgrupo	A4 – 2,3 a 25 kV
Demanda contratada (kW)	194
Demanda (kW) (R\$/ kW)	8,11
Consumo Fora da Ponta (kWh) (R\$/ kWh)	0,07577
Consumo Fora da Ponta (kWh)- Band. Verde (R\$/ kWh)	0,25999
Consumo Ponta (kWh) (R\$/ kWh)	0,63788
Consumo Ponta (kWh)- Band. Verde (R\$/ kWh)	0,40057
Consumo Reativo Exc. Ponta (kWh) (R\$/ kWh)	0,27171
Consumo Reativo Exc. Fora Ponta (kWh) (R\$/ kWh)	0,27171
ICMS , PIS e COFINS	18%, 0,74% e 3,41% = 22,15 %

Fonte: O autor (2017)

Analisando-se a situação atual da organização, há uma potência instalada de 143,356 kW (tabela 9) e o contrato de demanda é de 194 kW, que foi determinado anteriormente pelo setor de engenharia do supermercado, a partir de cálculos envolvendo a quantidade de horas de uso de energia elétrica e as potências dos consumidores instalados no supermercado.

Pensando-se no Cenário 2, com a aplicação da gestão energética em relação a área técnica, propõe-se primeiramente refazer o contrato de fornecimento de energia junto à concessionária, ajustando a demanda e a potência instalada. Se for implantado o sistema de geração fotovoltaico, conectado ou não à rede da concessionária, e todos os procedimentos e substituições de equipamentos com tecnologias mais eficientes, a organização terá uma diminuição considerável de demanda em seu contrato de energia elétrica, o que logicamente diminuirá seus custos operacionais.

De acordo com as propostas de melhoria, se fosse realizada uma simples simulação considerando as reduções nos consumos de energia no módulo de refrigeração (de 68,19 kW para 55,86 kW), no módulo de iluminação (de 15,56 kW para 11,014 kW) e no módulo do motor elétrico (de 21,1 kW para 19,32 kW), teríamos uma redução 104,85 kW para 86,194 kW. A carga total instalada é de 143,356 kW e passará a ser de 124,7 kW.

Considerando a mesma rotina de trabalho no supermercado e condições de uso das cargas atuais, com um cálculo proporcional em relação à demanda contrata de 194 kW, teríamos um novo contrato com demanda de 168,38 kW, resultando em uma redução de custos para a organização. Os outros parâmetros do contrato seriam mantidos.

## 5 CONCLUSÃO

Esse trabalho foi elaborado a partir da revisão bibliográfica de estudos sobre gestão energética, segurança e eficiência energética, tendo como principal foco o planejamento da aplicação dos procedimentos da norma ISO 50001 em relação ao uso e consumo da energia elétrica utilizada em um comércio varejista.

A partir da análise dos consumidores, buscou-se proporcionar ao supermercado mais eficiência no uso e consumo da energia elétrica. Realizou-se também a análise e inserção de um sistema fotovoltaico (simulação) para alimentar um dos sistemas mais significantes e críticos da organização visando a melhoria na segurança energética. As análises foram realizadas principalmente com o auxílio dos procedimentos da norma e de uma auditoria energética, que contou com as etapas de preparação, intervenção, tratamento das informações e relatório da auditoria.

Além da simulação do sistema de geração fotovoltaico, os principais pontos abordados no trabalho foram a estabelecimento da linha de base energética e do índice de desempenho energético. No caso da linha de base energética foi utilizado a análise de correlação, envolvendo as fontes de energia e o faturamento por metro quadrado da organização, que foram estimados usando-se dados estatísticos de órgãos do setor supermercadista, devido à restrição da organização estudada. No caso do índice de desempenho energético foi avaliado a eficiência na utilização da energia elétrica, envolvendo os setores de maior consumo e os módulos de consumo mais significativos.

A simulação mostrou que o sistema fotovoltaico se adaptaria facilmente para aplicação no supermercado com a finalidade de alimentar uma parte da refrigeração (QFR2), pois a região possui muita radiação solar durante o ano todo. Entretanto, o sistema teria um alto custo como foi apresentado no item 4.1, pois foi projetado para funcionar como um sistema isolado (*Off-Grid*) com autonomia de 4 dias, prevendo o baixo carregamento das baterias devido as variações climáticas e para garantir a segurança energética que é um dos objetivos do trabalho. Nesse tipo de sistema há necessidade de muitas baterias e os custos são altos, mas ele pode ser adaptado e também conectado à rede da concessionária no sistema *On-Grid*, proporcionando um retorno de créditos de energia para a organização.

De acordo com os resultados da linha de base energética em relação ao Cenário 1, constatou-se que o consumo de energia elétrica tem fraca correlação (+ 0,15) com o faturamento por metro quadrado (estimado). Os resultados com relação à linha de base de óleo diesel para o grupo gerador diesel, mostram que o consumo de óleo diesel do grupo

gerador tem mediana correlação (+ 0,35) com o faturamento por metro quadrado (estimado). Nos dois casos seria necessário utilizar outro método de análise ou considerar outra variável para confirmar a eficiência ou não dos sistemas, porque constatou-se que não há influência do consumo de energia elétrica e de óleo diesel em relação ao faturamento por metro quadrado, para a análise desse tipo de organização.

De acordo com os resultados da linha de base energética em relação ao Cenário 2, constatou-se que o consumo de energia elétrica tem fraca correlação (+ 0,16) com o faturamento por metro quadrado (estimado). Os resultados com relação à linha de base de óleo diesel para o grupo gerador diesel são mantidos com o mesmo resultado do Cenário 1, pois não houve alteração neste item.

Observando-se os resultados da linha de base de energia fotovoltaica em relação ao Cenário 2, o consumo de energia fotovoltaica e o faturamento por metro quadrado (estimado) têm mediana correlação de (- 0,35). Nesse caso a correlação das variáveis é inversamente proporcional, mostrando que o faturamento por metro quadrado (estimado) está aumentando e o consumo de energia fotovoltaica está diminuindo. Dessa forma, percebe-se que também a correlação é insatisfatória entre os elementos e será necessário utilizar outra metodologia ou escolher outra variável, pois a correlação é considerada baixa e não se pode afirmar com certeza a eficiência ou não do sistema.

De acordo com os resultados dos Cenários 1 e 2, relativos aos consumidores mais significativos, constatou-se que o sistema de refrigeração é o mais utilizado e o que tem a maior potência instalada, representando o maior custo com a energia elétrica dentre todos os módulos da organização.

No caso do Cenário 2, em que são adotadas as medidas de gestão energética, também constatou-se que há uma boa redução na potência instalada e no consumo. O sistema de iluminação e motores elétricos também têm influência no uso da energia e contribuem na redução quando novas tecnologias são aplicadas a esses consumidores. De forma geral, se fossem aplicados os procedimentos da gestão energética e realizadas todas as substituições de equipamentos e dispositivos por elementos mais eficientes e inovadores, os custos operacionais poderiam ser reduzidos em 13%, proporcionando para a organização uma considerável vantagem competitiva em relação aos concorrentes.

Na comparação entre o Cenário 1 e Cenário 2 também foram realizados cálculos relativos aos indicadores de desempenho energético dos módulos temáticos mais significativos. Analisando as tecnologias antigas e as tecnologias atuais, percebe-se que sempre é possível melhorar a eficiência energética nas organizações. A substituição de

tecnologias nos módulos de refrigeração, iluminação e motores elétricos se mostrou muito eficiente na redução do consumo de energia.

Na análise tarifária, comparando-se os Cenários 1 e 2 em relação aos módulos de consumidores, percebe-se a grande vantagem em aplicar os procedimentos da gestão energética em conjunto com a inserção de novas tecnologias. O sistema como um todo se torna mais eficiente e ao mesmo tempo contribui para melhorar a segurança energética do Supermercado SP, respondendo assim a questão da pesquisa.

Em relação a hipótese estabelecida, percebe-se que os procedimentos da norma realmente contribuíram para melhorar a eficiência do supermercado. Mostrou também que o faturamento (estimado) tem pouca relação com o consumo de energia quando vinculado aos consumidores variáveis, como o sistema de resfriamento e ar condicionado, pois estes dependem de outras variáveis como temperatura ambiente e fluxo de pessoas que estão circulando e comprando produtos no supermercado. A figura 15 (no item 4.3) mostra que os valores das correntes elétricas (do quadro geral), da fase 1 (F1), da fase 2 (F2) e da fase 3 (F3) são variáveis, bem como o consumo dos equipamentos do supermercado dentro do horário de funcionamento de atendimento da organização, constatando que há pouca correlação entre o consumo de energia e o faturamento por metro quadrado. Neste caso seria necessário estudar o uso da energia por tipo de produto ou serviço de forma mais específica, principalmente no uso do sistema de refrigeração (resfriamento e ar condicionado) que é o maior consumidor de energia.

## **5.1 Considerações finais e trabalhos futuros**

De acordo com os resultados, propõe-se a continuidade do estudo do tema desse trabalho por se tratar de um assunto relativamente novo e que merece atenção devido a sua importância quanto à eficiência energética e à segurança energética nas organizações, envolvendo os seguintes itens:

- Estudo e implementação das outras etapas do PDCA na gestão energética na área de supermercados, uma vez que este trabalho visou somente o Planejamento (P).
- Desenvolver estudos focando a importância da Segurança energética em conjunto com a gestão energética em outros tipos de organizações.
- Estudo e aplicação das novas normas da série ISO 50000, pois outras normas complementares estão sendo lançadas.

- Aplicação de outros métodos de análise para se verificar o grau de eficiência dos sistemas e determinação das variáveis mais importantes.
- Analisar a influência de outras variáveis como temperatura e fluxo de pessoas no horário de funcionamento da organização, na aplicação da metodologia para os sistemas de refrigeração.
- Aprimorar os estudos da inserção da geração fotovoltaica, bem como de outras fontes renováveis, através de um estudo econômico apoiado na norma ISO 50001.

## REFERÊNCIAS

ACOSTA, D. L. M. Una aproximación al concepto de seguridad energética: su relación con la política energética de Chile. **Revista Encrucijada Americana**, Año 6, n. 1, p. 65-77, 2013.

Disponível em:

<[http://repositorio.uahurtado.cl/bitstream/handle/11242/4998/5\\_una\\_aproximacion\\_al\\_concepto\\_de\\_seguridad\\_energetica.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uahurtado.cl/bitstream/handle/11242/4998/5_una_aproximacion_al_concepto_de_seguridad_energetica.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em: 26 jan. 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (Brasil). **Resolução ANEEL nº 456, de 29 de novembro de 2000**. Brasília, 2000. 57p. Disponível em:

<<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/bres2000456.pdf>>. Acesso em: 14 abr. 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (Brasil). **Atlas de energia elétrica do Brasil**. 2. ed. Brasília: ANEEL, 2005. 243p. Disponível em:

<<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/atlas2005.zip>>. Acesso em: 02 nov. 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (Brasil). **Atlas de energia elétrica do Brasil**. 3. ed. Brasília: ANEEL, 2008. 236p. Disponível em:

<<http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas3ed.pdf>>. Acesso em: 03 nov. 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (Brasil). **Resolução Normativa nº 414, de 9 de setembro de 2010**. Brasília, 2010. Disponível em:

<<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2010414.pdf?>>. Acesso em: 18 fev. 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (Brasil). **Resolução Normativa no 482, de 17 de abril de 2012**. Brasília, 2012a. Disponível em:

<<http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>>. Acesso em: 14 maio 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (Brasil). **Manual do programa de pesquisa e desenvolvimento tecnológico do setor de energia elétrica**. Brasília: ANEEL, 2012b. 61p. Disponível em: <[http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/Manual-PeD\\_REN-504-2012.pdf](http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/Manual-PeD_REN-504-2012.pdf)>. Acesso em: 31 maio 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (Brasil). **Banco de informações de Geração – BIG**, 2017. Disponível em:

<<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>. Acesso em: 14 abr. 2017.

AGÊNCIA PARA A ENERGIA (ADENE); INSTITUTO DE APOIO ÀS PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS E À INOVAÇÃO (IAPMEI); LABORATÓRIO NACIONAL DE ENERGIA E GEOLOGIA (LNEG). **Estratégia da Eficiência Energética em PME**.

Portugal: IAPMEI, 2012. 114p. Disponível em:

<[http://efinerg2011.aeportugal.pt/DocsFinais/EFINERG\\_Estrategia%20da%20Eficiencia%20Energetica%20em%20PME.pdf](http://efinerg2011.aeportugal.pt/DocsFinais/EFINERG_Estrategia%20da%20Eficiencia%20Energetica%20em%20PME.pdf)>. Acesso em: 12 set. 2016.

ALVES FILHO, J. **Matriz energética brasileira: da crise à grande esperança**. Rio de Janeiro: Mauad, 2003. 188p.

ANISIMOVA, T. Yu. Analysis of Standards in Energy Management. **Middle-East Journal of Scientific Research**, v. 13, n. 5, p. 654-657, 2013. Disponível em: <[http://kpfu.ru/staff\\_files/F1663994540/Anisimova.\\_.mejsr.pdf](http://kpfu.ru/staff_files/F1663994540/Anisimova._.mejsr.pdf)>. Acesso em: 20 set. 2015.

APPOLINÁRIO, F. **Metodologia da ciência: filosofia e prática da pesquisa**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2006. 209p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5413: Iluminância de interiores**. Rio de Janeiro, 1992. Disponível em: <<http://www.labcon.ufsc.br/anexos/13.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 50001: Sistemas de gestão da energia: Requisitos com orientação para uso**. Rio de Janeiro, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SUPERMERCADOS. Setor mostra sua força em ano difícil. **Revista SuperHiper**, a. 30, n. 342, p. 14-22, 2004.

ASSOCIAÇÃO INDUSTRIAL DO DISTRITO DE AVEIRO. **Sistema de Gestão Energética**. Portugal: [s.n.], 2014. 75p. (Projecto +Sustentabilidade +Competitividade). Disponível em: <[http://sustentabilidade.aida.pt/?smd\\_process\\_download=1&download\\_id=169](http://sustentabilidade.aida.pt/?smd_process_download=1&download_id=169)>. Acesso em: 10 dez. 2016.

ASSOCIAÇÃO PAULISTA DE SUPERMERCADOS. Menos é mais. **SuperVarejo**, Março 2013, p. 32-41, 2013.

ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DE CERTIFICAÇÃO. **ISO 50001 - Sistemas de Gestão de Energia**. 2014. Disponível em: <<http://www.apcergroup.com/portugal/index.php/pt/newsroom/242>>. Acesso em: 14 maio 2016.

BARDELIN, C. E. A. **Os efeitos do Racionamento de Energia Elétrica ocorrido no Brasil em 2001 e 2002 com ênfase no Consumo de energia elétrica**. 2004. 112 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica, Universidade de São Paulo, São Paulo/SP, 2004.

BLACKLEDGE, J.; RIVAS DUARTE, M. J.; KEARNEY, D. J.; MURPHY, E. Techno-Economic Analysis of Photovoltaic System Design as Specifically Applied to Commercial Buildings in Ireland. **SDAR\* Journal of Sustainable Design & Applied Research**, v.1, Iss. 2, p.48-54, 2012. Disponível em: <<http://arrow.dit.ie/cgi/viewcontent.cgi?article=1018&context=sdar>>. Acesso em: 17 out. 2016.

BLOOMBERG. **Solar Silicon Price Drop Brings Renewable Power Closer**. 2012. Disponível em: <<https://www.bloomberg.com/news/articles/2012-03-14/solar-silicon-price-drop-brings-renewable-power-closer>>. Acesso em: 25 jan. 2017.

BONA, F. S. de; RUPPERT FILHO, E. As microturbinas e a geração distribuída. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 5, 2004, Campinas (SP). **Anais**. Campinas,



2004.. Disponível em:

<[http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=MSC0000000022004000100018&lng=en&nrm=abn](http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022004000100018&lng=en&nrm=abn)>. Acesso em: 29 jan. 2017.

BRASIL. Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000. Dispõe sobre realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 25 jul. 2000. Seção 1, p. 1. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/blei20009991.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2016.

BRASIL. Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001. Dispõe sobre política nacional de conservação e uso racional de energia. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 18 out. 2001. Seção 1, p. 1. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/lei200110295.pdf>>. Acesso em: 25 dez. 2016.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. **TC 006.734/2003-9**. Relatório de Auditoria. Brasília, DF, 2003. Disponível em: <[https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj27LuL3ubVAhVGgZAKHa2mAhQQFggnMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.tcu.gov.br%2FConsultas%2FJuris%2FDocs%2Fjudoc%2FAcord%2F20090721%2F006-734-2003-9-MIN-WAR.rtf&usg=AFQjCNGIO5se9PP2QZGPDqnl\\_ly7A4cj3Q](https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj27LuL3ubVAhVGgZAKHa2mAhQQFggnMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.tcu.gov.br%2FConsultas%2FJuris%2FDocs%2Fjudoc%2FAcord%2F20090721%2F006-734-2003-9-MIN-WAR.rtf&usg=AFQjCNGIO5se9PP2QZGPDqnl_ly7A4cj3Q)>. Acesso em: 16 set. 2015.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA), Associação Brasileira de Supermercados (ABRAS) E Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento (ABRAVA). **Manual de Boas Práticas em Supermercados para Sistemas de Refrigeração e Ar-Condicionado** – Brasília: MMA/ABRAS/ABRAVA, 2012. 44p. Disponível em: <[http://www.univasf.edu.br/~castro.silva/disciplinas/REFRIG/Manual\\_Supermercados.pdf](http://www.univasf.edu.br/~castro.silva/disciplinas/REFRIG/Manual_Supermercados.pdf)>. Acesso em: 11 abr. 2017.

BRASIL. Portaria nº 538, de 15 de dezembro de 2015 do Ministério de Minas e Energia. Dispõe sobre a criação do Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica – ProGD. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 15 dez. 2015. Seção 1, p. 1. Disponível em: <[http://www.mme.gov.br/documents/10584/1942329/Portaria\\_n\\_538-2015/49ab0708-5850-404c-a924-2760bbd22bbc](http://www.mme.gov.br/documents/10584/1942329/Portaria_n_538-2015/49ab0708-5850-404c-a924-2760bbd22bbc;)>. Acesso em: 20 jun. 2017.

BUREAU OF ENERGY EFFICIENCY (India). **General Aspect of Energy Management and Energy Audit**. 3. ed. New Delhi: BEE, 2010. 201 p.

BYRNE, A.; BARRETT, M.; KELLY, R. Implementation of ISO 50001 Energy Management System in Sports Stadia. **SDAR\* Journal of Sustainable Design & Applied Research**, v. 2, n. 1, p. 6-13, 2014. Disponível em: <<http://arrow.dit.ie/cgi/viewcontent.cgi?article=1031&context=sdar>>. Acesso em: 20 set. 2016.

CAMACHO, M. A. G. **Modelo para implantação e acompanhamento de programa corporativo de gestão de energia**. 2009. 176 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande/PB, 2009.

Disponível em:

<[http://www2.aneel.gov.br/biblioteca/trabalhos/trabalhos/dissertacao\\_mario\\_camacho.pdf](http://www2.aneel.gov.br/biblioteca/trabalhos/trabalhos/dissertacao_mario_camacho.pdf)>.

Acesso em: 14 maio 2016.

CAPEHART, B. L.; TURNER, W. C.; KENNEDY, W. J. **Guide to Energy Management: International Version**. 5. ed. Lilburn: The Fairmont Press, 2007. 550p. Disponível em:

<[https://books.google.com.br/books?id=9-VQPgAACAAJ&hl=pt-](https://books.google.com.br/books?id=9-VQPgAACAAJ&hl=pt-BR&source=gbs_book_other_versions)

[BR&source=gbs\\_book\\_other\\_versions](https://books.google.com.br/books?id=9-VQPgAACAAJ&hl=pt-BR&source=gbs_book_other_versions)>. Acesso em: 14 maio 2016.

CAPELLI, A. **Energia elétrica para sistemas automáticos da produção**. 2. ed. São Paulo: Érica, 2010. 320p.

CHIOVATTO, C. **Metodologia de avaliação das condições de funcionamento dos motores de indução trifásicos sob o enfoque da eficiência energética**. 2011. 186 f. Dissertação de

Mestrado em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia/MG,

2011. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/14511/1/d.pdf>>.

Acesso em: 21 abr. 2017.

CHUANG, Y. C.; Ke, Y. L.; CHUANG, H. S.; Hu, C. C. Single-Stage Power-Factor Correction Circuit with Flyback Converter to Drive LEDs for Lighting Applications. In: IEEE INDUSTRY APPLICATIONS SOCIETY ANNUAL MEETING, 2010, Houston.

**Proceedings**. Houston, 2010. Disponível em:

<<http://ieeexplore.ieee.org/document/5614686/>>. Acesso em: 21 abr. 2017.

CIUTĂ, F. Conceptual Notes on Energy Security: Total or Banal Security? **Security Dialogue**, v. 41, n. 2, p. 123-144, 2010. Disponível

em: <<http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0967010610361596>>. Acesso em: 26 dez. 2016.

COHEN, J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, 1988. 474 p.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS. **Alternativas Energéticas: uma visão Cemig**. Belo Horizonte: Cemig, 2012. 369p. Disponível em: <[http://www.cemig.com.br/pt-br/A\\_Cemig\\_e\\_o\\_Futuro/inovacao/Alternativas\\_Energeticas/Documents/Alternativas%20Energ%C3%A9ticas%20-%20Uma%20Visao%20Cemig.pdf](http://www.cemig.com.br/pt-br/A_Cemig_e_o_Futuro/inovacao/Alternativas_Energeticas/Documents/Alternativas%20Energ%C3%A9ticas%20-%20Uma%20Visao%20Cemig.pdf)>. Acesso em: 10 jan. 2017.

DA SILVA, A.; BANDARRA FILHO, E. P.; ANTUNES, A. H. P. Comparison of a R744 cascade refrigeration system with R404A and R22 conventional systems for supermarkets.

**Applied Thermal Engineering** v. 41, p. 30-35, 2012. Disponível em:

<<http://www.abcm.org.br/anais/encit/2010/PDF/ENC10-0702.pdf>>. Acesso em: 16 jul. 2017.

DANIEL, E. **A segurança e eficiência energética nas instalações elétricas prediais: um modelo de avaliação**. 2010. 114 f. Dissertação de Mestrado em Energia, Universidade de São Paulo. São Paulo/SP, 2010. Disponível em:

<<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/86/86131/tde-09062011-160552/en.php>>. Acesso em: 21 abr. 2017.

DERU, M.; KOZUBAL, E.; NORTON, P. Walmart Experimental Store Performance Stories. In: ACEEE SUMMER STUDY, 2010, Pacific Grove. **Proceedings**. Pacific Grove, 2010. Disponível em:  
<<https://pdfs.semanticscholar.org/76de/8bfae4c9808eb3f04b0be49cd6a306982222.pdf>>.  
Acesso em: 25 jan. 2017.

DHENIN, M. P. P. A segurança energética do Brasil: ameaças, perspectivas e desafios para 2022. **Revista Eletrônica Estratégia Brasileira de Defesa**, Setembro de 2011. Disponível em:  
<[http://www.academia.edu/923316/A\\_Seguran%C3%A7a\\_Energ%C3%A9tica\\_do\\_Brasil\\_Amea%C3%A7as\\_Perspectivas\\_e\\_Desafios\\_para\\_2022](http://www.academia.edu/923316/A_Seguran%C3%A7a_Energ%C3%A9tica_do_Brasil_Amea%C3%A7as_Perspectivas_e_Desafios_para_2022)>. Acesso em: 26 jan. 2017.

DOMANSKI, S. R.; LOURENÇO, S. R. Eficiência Energética nos Processos Produtivos na Indústria. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA, 4, 2011, Juiz de Fora. **Anais**. Juiz de Fora, 2011.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Plano Nacional de Energia 2030**. Rio de Janeiro: EPE, 2007. 408p. Disponível em: <[http://www.epe.gov.br/PNE/20080111\\_1.pdf](http://www.epe.gov.br/PNE/20080111_1.pdf)>.  
Acesso em: 16 set. 2016.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Análise da Inserção da Geração Solar na Matriz Elétrica Brasileira**. Rio de Janeiro: EPE, 2012. 58p. Disponível em:  
<[http://www.epe.gov.br/geracao/Documents/Estudos\\_23/NT\\_EnergiaSolar\\_2012.pdf](http://www.epe.gov.br/geracao/Documents/Estudos_23/NT_EnergiaSolar_2012.pdf)>.  
Acesso em: 12 out. 2016.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional 2014 - Ano base 2013**. Rio de Janeiro: EPE, 2014. 288p. Disponível em:  
<<http://www.mme.gov.br/documents/10584/1143905/5.11+-+BEN+2014+-+Ano+Base+2013+%28PDF%29/64d91a90-7047-4999-b9be-eb87189f3a06?version=1.1>>.  
Acesso em: 12 abr. 2016.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Eficiência Energética e Geração Distribuída**. Rio de Janeiro: EPE, 2014. 89p. Disponível em:  
<<http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/S%C3%A9rie%20Estudos%20de%20Energia/DEA%2026%20Efici%C3%Aancia%20Energ%C3%A9tica%20e%20Gera%C3%A7%C3%A3o%20Distribu%C3%ADda%20para%20os%20pr%C3%B3ximos%2010%20anos.pdf>>.  
Acesso em: 12 jan. 2017.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional 2015 - Ano base 2014**. Rio de Janeiro: EPE, 2015. 292p. Disponível em:  
<<http://www.mme.gov.br/documents/10584/1143895/2.1+-+BEN+2015+-+Documento+Completo+em+Portugu%C3%AAs+-+Ingl%C3%AAs+%28PDF%29/22602d8c-a366-4d16-a15f-f29933e816ff?version=1.0>>.  
Acesso em: 12 abr. 2016.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Projeção da Demanda de Energia Elétrica para os próximos 10 anos (2016-2025)**. Rio de Janeiro: EPE/MME, 2016. 94p. (Série Estudos da Demanda, Nota Técnica DEA 24/16). Disponível em:  
<<http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/S%C3%A9rie%20Estudos%20de%20Energia/DEA%2024-16%20>

%20Proje%C3%A7%C3%B5es%20da%20Demanda%20de%20Energia%20El%C3%A9trica%202016-2025.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2017.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balço Energético Nacional 2016** - Ano base 2015. Rio de Janeiro: EPE, 2016. 296p. Disponível em: <[https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio\\_Final\\_BEN\\_2016.pdf](https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2016.pdf)>. Acesso em: 10 jan. 2017.

FEDERAÇÃO DO COMÉRCIO DE BENS, SERVIÇOS E TURISMO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Pesquisa Conjuntural do Comércio Varejista**. 2017. Disponível em: <<http://www.fecomercio.com.br/pesquisas/indice/pccv>>. Acesso em: 29 fev. 2017.

FERREIRA, J. J.; FERREIRA, T. J. **Economia e Gestão da Energia**. Lisboa: Texto, 1994. 158p.

FERREIRA, J. de J. A importância e as fases de uma auditoria energética. **Portal Energia**, 2012. Disponível em: <<https://www.portal-energia.com/a-importancia-e-fases-de-uma-auditoria-energetica>>. Acesso em: 29 jan. 2017.

FROZZA, J. F.; LAFAY, J. S.; BALDIN, V.; MARANGONI, F. **Metodologia de implantação de um Sistema de Gestão de Energia utilizando ABNT NBR ISO 50001**. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 8, 2012, Rio de Janeiro. **Anais**. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <<file:///C:/Users/Mario%20Martin/Desktop/Frezza%202012%20Sistema%20gestao%20energia%20ABNT%20NBR%20ISO%2050001.pdf>>. Acesso em: 14 maio 2016.

FROZZA, J. F. **Eficiência energética em indústria frigorífica: desafios de implantação**. 2013. 126 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco/PR, 2013. Disponível em: <[http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/762/1/PB\\_PPGEE\\_M\\_Frezza,%20Janquiel%20Fernando\\_2013.pdf](http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/762/1/PB_PPGEE_M_Frezza,%20Janquiel%20Fernando_2013.pdf)>. Acesso em: 14 maio 2016.

GAVA, A. J. **Princípios da Tecnologia de Alimentos**. São Paulo: Nobel, 1998. 286p.

GOLDEMBERG, J.; MOREIRA, J. R. Política Energética no Brasil. **Estudos Avançados** [online], v. 19, n. 55, p. 215-228, 2005. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142005000300015](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142005000300015)>. Acesso em: 23 abr. 2016.

GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. Energia e meio ambiente no Brasil. **Estudos Avançados** [online], v. 21, n. 59, p. 7-20, 2007. ISSN 0103-4014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v21n59/a02v2159.pdf>>. Acesso em: 16 set. 2015.

HONMA, S.; HU, J. L. Total-factor energy efficiency of regions in Japan. **Energy Policy**, v. 36, n. 2, p. 821-833, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2007.10.026>>. Acesso em: 26 dez. 2016.

HU, J. L.; WANG, S. C. Total-factor energy efficiency of regions in China. **Energy Policy**, v. 34, n. 17, p. 3206-3217, 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2005.06.015>>. Acesso em: 26 dez. 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA. **Geração distribuída no Brasil: oportunidades e barreiras**. 2014. Disponível em: <<http://www.sbpe.org.br/socios/download.php?id=187>>. Acesso em: 14 maio 2016.

INSTITUTO PORTUGUÊS DA QUALIDADE. **NP EN ISO 50001: Norma portuguesa: Sistemas de gestão de energia: Requisitos e linhas de orientação para a sua utilização**. Lisboa, 2012. 32 p. Disponível em: <[http://files.isec.pt/DOCUMENTOS/SERVICOS/BIBLIO/Documentos%20de%20acesso%20remoto/NP-EN-ISO-50001\\_2012.pdf](http://files.isec.pt/DOCUMENTOS/SERVICOS/BIBLIO/Documentos%20de%20acesso%20remoto/NP-EN-ISO-50001_2012.pdf)>. Acesso em: 14 maio 2016.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **The ISO story**. 2016. Disponível em: <<http://www.iso.org/iso/home/about.htm>>. Acesso em: 12 set. 2016.

JACOBUS, H.; LIN, B.; JIMMY, D. H.; ANSUMANA, R.; MALANOSKI, A P.; STENGER, D. Evaluating the impact of adding energy storage on the performance of a hybrid power system. **Energy Conversion and Management**, v. 52, n. 7, p. 2604-2610, 2011. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0196890411000604>>. Acesso em: 03 fev. 2017.

LEITE, A. P.; FALCAO, D. M.; BORGES, C. L.T. Modelagem de usinas eólicas para estudos de confiabilidade. **Sba Controle & Automação**, v. 17, n. 2, p. 177-188, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ca/v17n2/a06v17n2>>. Acesso em: 14 maio 2016.

LODI, C. **Perspectivas para a geração de energia elétrica no Brasil utilizando a tecnologia solar térmica concentrada**. 2011. 127 f. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2011. Disponível em: <[http://objdig.ufrj.br/60/teses/coppe\\_m/CristianeLodi.pdf](http://objdig.ufrj.br/60/teses/coppe_m/CristianeLodi.pdf)>. Acesso em: 26 jan. 2017.

MARQUES, M. C. S.; HADDAD, J.; MARTINS, A. R. S. **Conservação de energia: eficiência energética de equipamentos e instalações**. 3.ed. Itajubá: FUPAI, 2006. 596p. Disponível em: <[http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app/conteudo\\_18/2014/04/22/6281/Livro\\_Conservacao\\_de\\_Energiaed3.pdf](http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app/conteudo_18/2014/04/22/6281/Livro_Conservacao_de_Energiaed3.pdf)>. Acesso em: 14 maio 2016.

MARQUES, J. C. B. **Análise de um desempenho de um refrigerador de pequeno porte com drop in de refrigerantes hidrocarbonetos**. 2010. 125 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal/RN, 2010. Disponível em: <<https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/15655/1/JoaoCBM DISSERT.pdf>>. Acesso em: 21 abr. 2017.

MCCAFFREY, M.; MONAGHAN, P. EnMS and EMIS: What's the Difference? **Energy Manager Today**. 2012. Disponível em: <<http://www.energymanagertoday.com/enms-and-emis-whats-the-difference-087680/>>. Acesso em: 14 maio 2016.

MCCRONE, A.; MOSLENER, U.; USHER, E.; GRÜNING, C.; SONNTAG-O'BRIEN, V. **Global Trends in Renewable Energy Investment 2015**. Frankfurt: Frankfurt School; UNEP Centre/ BNEF, 2015. 85p. Disponível em: <[http://fs-unep-centre.org/sites/default/files/attachments/key\\_findings.pdf](http://fs-unep-centre.org/sites/default/files/attachments/key_findings.pdf)>. Acesso em: 10 out. 2016.

MEDEIROS, W. S. **Proposta de Diretrizes para Auditoria Energética em Pequenas e Médias Empresas**: Ferramenta para Ecoeficiência em Sistemas Produtivos. 2010. 186 f. Dissertação de Mestrado em Sistemas de Gestão, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2010. Disponível em: <[http://www.bdttd.ndc.uff.br/tde\\_arquivos/14/TDE-2010-11-10T151434Z-2682/Publico/Dissertacao%20%20Wagner%20Medeiros.pdf](http://www.bdttd.ndc.uff.br/tde_arquivos/14/TDE-2010-11-10T151434Z-2682/Publico/Dissertacao%20%20Wagner%20Medeiros.pdf)>. Acesso em: 20 maio 2017.

MELO, M.; CAMPELLO, S.; MENESES, V. L. Análise da EE na indústria – Proposta de metodologia. In: CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA, 6, 2010, Campina Grande. **Anais**. Campina Grande, 2010. Disponível em: <<http://www.abcm.org.br/anais/conem/2010/PDF/CON10-1787.pdf>>. Acesso em: 14 maio 2016.

MELO, E. Fonte eólica de energia: aspectos de inserção, tecnologia e competitividade. **Estudos Avançados**, v. 27, n. 77, p. 125-142, 2013. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142013000100010&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142013000100010&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 24 abr. 2016.

MENDES, T. **Diagnóstico Termodinâmico Aplicado a um Sistema de Refrigeração por Compressão de Vapor**. 2012. 179 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá/MG, 2012. Disponível em: <<http://saturno.unifei.edu.br/bim/0038923.pdf>>. Acesso em: 21 abr. 2017.

MOREIRA, H. J. F.; SOARES, G. A.; TABOSA, R. DE P.; SHINDO, R. **Guia operacional de motores elétricos**. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2000. 161 p. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/services/procel-info/Simuladores/DownloadSimulator.asp?DocumentID=%7BFE2EF53F%2D6786%2D4A50%2D8AAC%2DCCBC89DAAE59%7D&ServiceInstUID=%7B5E202C83%2DF05D%2D4280%2D9004%2D3D59B20BEA4F%7D>>. Acesso em: 19 abr. 2017.

NUNES, C. C. O conceito de segurança energética. **Working Paper**, n. 17. Lisboa: Universidade Nova de Lisboa- Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, 2013. Disponível em: <<http://www.cepese.pt/portal/pt/investigacao/working-papers/populacao-e-prospectiva/o-conceito-de-seguranca-energetica/O%20Conceito%20de%20Seguranca%20Energetica.pdf>>. Acesso em: 11 jan. 2017.

OLIVEIRA, D. de P. R. de. **Planejamento Estratégico**: conceitos, metodologia e práticas. 20. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

OLIVEIRA, F. G. C. **Dimensionamento de uma central de miniprodução fotovoltaica para uma exploração agrícola direcionada à indústria de laticínios**. 2013. 132 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto/Portugal, 2013. Disponível em: <[http://recipp.ipp.pt/bitstream/10400.22/4674/1/DM\\_FlavioOliveira\\_2013\\_MES.pdf](http://recipp.ipp.pt/bitstream/10400.22/4674/1/DM_FlavioOliveira_2013_MES.pdf)>. Acesso em: 16 set. 2015.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO (ONS). **Plano anual da operação energética - PEN 2011**. Rio de Janeiro: ONS, 2011. -Volume 1 - Relatório executivo.

Disponível em:

<[http://www.ons.org.br/download/avaliacao\\_condicao\\_operacao\\_energetica/PEN%202011\\_V01\\_RELATORIO%20EXECUTIVO.pdf](http://www.ons.org.br/download/avaliacao_condicao_operacao_energetica/PEN%202011_V01_RELATORIO%20EXECUTIVO.pdf)>. Acesso em: 31 maio 2016.

PAIVA, I. A Segurança Energética Brasileira em Análise: Dimensões Militares, Econômicas e Ambientais. In: CONGRESSO DA ACADEMIA BRASILEIRA DE POLÍTICA, 8, 2012, Gramado. **Anais**. Gramado, 2012. Disponível em:

<<https://cienciapolitica.org.br/system/files/documentos/eventos/2017/02/seguranca-energetica-brasileira-analise-dimensoes-militares.pdf>>. Acesso em: 26 jan. 2017.

PANESI, A. R. Q. Eficiência Energética em Supermercados. In: ENCONTRO DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA, 2, 2008, Campos Gerais. **Anais**. Campos Gerais, 2008. Disponível em:

<[http://www.pg.utfpr.edu.br/ppgep/anais/artigos/eng\\_elet\\_automacao/18%20EFICIENCIA%20ENERGETICA%20EM%20SUPERMERCADOS.pdf](http://www.pg.utfpr.edu.br/ppgep/anais/artigos/eng_elet_automacao/18%20EFICIENCIA%20ENERGETICA%20EM%20SUPERMERCADOS.pdf)>. Acesso em: 13 maio 2016.

PATTERSON, M. G. What is energy efficiency? Concepts, indicators and methodological issues. **Energy Policy**, v. 24, n. 5, p. 377-390, 1996.

PEREIRA, E. B.; MARTINS, F. R.; ABREU, S. L. DE; RÜTHER, R. **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. São José dos Campos: INPE, 2006. Disponível em:

<[http://ftp.cptec.inpe.br/labren/publ/livros/brazil\\_solar\\_atlas\\_R1.pdf](http://ftp.cptec.inpe.br/labren/publ/livros/brazil_solar_atlas_R1.pdf)>. Acesso em: 29 jan. 2017.

PEREIRA, F.; OLIVEIRA, M. **Curso técnico instalador de energia solar fotovoltaica**. Porto: Publindústria, 2011.

PINHO, J. T.; GALDINO, M. A. **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos**. Rio de Janeiro: CRESEB - CEPEL, 2014. 530p. Disponível em:

<[http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual\\_de\\_Engenharia\\_FV\\_2014.pdf](http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual_de_Engenharia_FV_2014.pdf)>. Acesso em: 14 maio 2016.

PORTAL ENERGIA. **Modelo de inquérito para execução de uma auditoria energética**. Disponível em:

<[https://www.voltimum.pt/sites/www.voltimum.pt/files/fields/attachment\\_file/pt/flipbooks/others/E/201211232921.pdf](https://www.voltimum.pt/sites/www.voltimum.pt/files/fields/attachment_file/pt/flipbooks/others/E/201211232921.pdf)>. Acesso em: 19 de fev. 2017.

REIS, L. B. dos. **Geração de energia elétrica: tecnologia, inserção ambiental, planejamento, operação e análise de viabilidade**. 3.ed. Barueri: Manole, 2003. 324 p.

REIS, C. M. **Diversificação da Matriz Energética Brasileira: caminho para a segurança energética em bases sustentáveis**. Rio de Janeiro: CEBRI, 2015. 27 p. Disponível em:

<[http://midias.cebri.org/arquivo/diversifica%C3%A7%C3%A3o-matriz-energetica\\_voll.pdf](http://midias.cebri.org/arquivo/diversifica%C3%A7%C3%A3o-matriz-energetica_voll.pdf)>. Acesso em: 14 maio 2016.

ROCHA, L. R. R.; MONTEIRO, M. A. G. **Gestão energética**. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2005. 188p. Disponível em:

<[http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app/conteudo\\_18/2014/04/22/6281/GuiaGestaoEnergetica.pdf](http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app/conteudo_18/2014/04/22/6281/GuiaGestaoEnergetica.pdf)>. Acesso em: 14 maio 2016.

SAIDEL, M. A.; FAVATO, L. B.; MORALES, C. **Indicadores Energéticos e Ambientais: Ferramenta Importante na Gestão da Energia Elétrica.** In: Congresso Brasileiro de Eficiência Energética, 2005, Belo Horizonte. **Anais.** Belo Horizonte: Associação Brasileira de Eficiência Energética, 2005. p. 131-136. Disponível em: <<http://stoa.usp.br/pureusp/files/-1/5069/Indicadores+Energ%C3%AF%C2%BF%C2%BDticos+e+Ambientais-Ferramenta+Importante+na+Gest%C3%AF%C2%BF%C2%BD+da+Energia+El%C3%AF%C2%BF%C2%BDtrica-PURE-GEPEA-USP-I+CBEE+2005.pdf>>. Acesso em: 19 fev. 2017.

SANTOS, A. H. M.; SIMÕES, A. A.; MARTINS, A. R. S.; VIANA, A. N. C.; FERREIRA, C.; BORTONI, E. da C.; GUARDIA, E. C.; LORA, E. E. S.; NOGUEIRA, F. J. H.; TEIXEIRA, F. N.; HADDAD, J.; CORTEZ, J. A.; NOGUEIRA, L. A. H.; ALMEIDA, M. S. V. de; PIRANI, M. J.; DIAS, M. V. X.; MARQUES, M. C. S.; VENTURINI, O.; GAMA, P. H. R. P.; MENDES, P. P. C.; YAMACHITA, R. A.; SILVA, V. F. da. **Conservação de energia: eficiência energética de equipamentos e instalações.** 3. ed. Itajubá: FUPAI, 2006. 596 p.

SCHEIHING, P. **Energy Management Standards (EnMS).** 2009. Disponível em: <[https://energy.gov/sites/prod/files/2013/11/f4/webcast\\_2009-0122\\_energy\\_mngmnt\\_stnds.pdf](https://energy.gov/sites/prod/files/2013/11/f4/webcast_2009-0122_energy_mngmnt_stnds.pdf)>. Acesso em: 25 set.2016.

SCHNEIDER ELECTRIC. **ISO 50001: recommendations for compliance.** 2012. 21p. Disponível em: <[http://download.schneider-electric.com/files?p\\_enDocType=White+Paper&p\\_File\\_Id=1165524031&p\\_File\\_Name=1425\\_iso50001\\_whitepaper\\_mar\\_2012.pdf&p\\_Reference=WP1425EN](http://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=White+Paper&p_File_Id=1165524031&p_File_Name=1425_iso50001_whitepaper_mar_2012.pdf&p_Reference=WP1425EN)>. Acesso em: 14 maio 2016.

SCHNEIDER ELECTRIC. **Schneider Electric leads the way in ISO 50001 best practise.** UK & Ireland: Schneider Electric, 2014. 6 p. Disponível em: <<file:///C:/Users/Biblioteca/Downloads/se8832-iso50001-case-study.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2016.

SENA, C. J. Sistema de Gestão de Energia: a gestão do desempenho energético. **Revista do Prodfor**, n. 34, jun/jul/ago/2010.

SIITONEN, S.; TUOMAIA, M.; AHTILA, P. Variables affecting energy efficiency and CO2 emissions in the steel industry. **Energy Policy**, v. 38, n. 5, p. 2477-2485, 2010.

SILVA, V. P. **Análise da eficiência energética de uma indústria têxtil.** 2013. 101 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa/PB, 2013. Disponível em: <<http://tede.biblioteca.ufpb.br/bitstream/tede/5235/1/arquivototal.pdf>>. Acesso em: 05 set. 2016.

SILVA, R. J. G. **A Implementação da norma NP EN ISO 50001:2012 em instituições da administração pública portuguesa** - Caso de estudo. 2015. 94 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia da Energia e do Ambiente, Universidade de Lisboa, Lisboa/Portugal, 2015. Disponível em:



<[http://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/23661/1/ulfc118141\\_tm\\_Ricardo\\_Silva.pdf](http://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/23661/1/ulfc118141_tm_Ricardo_Silva.pdf)>. Acesso em: 05 set. 2016.

SIQUEIRA, C. D. **Segurança energética e regime internacional de mudanças climáticas: o papel da burocracia pública brasileira na elaboração de diretrizes políticas**. 2010. 137 f. Dissertação de Mestrado em Relações Internacionais, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte/MG, 2010. Disponível em: <[http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/RelInternac\\_SiqueiraCD\\_1.pdf](http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/RelInternac_SiqueiraCD_1.pdf)>. Acesso em: 26 jan. 2017.

SOARES, G. T. **Sistema de gerenciamento de energia como ferramenta de eficiência energética na indústria**. 2015a. 116 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Pará, Belém/PA, 2015. Disponível em: <[http://repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/6772/1/Dissertacao\\_SistemaGerenciamentoEnergia.pdf](http://repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/6772/1/Dissertacao_SistemaGerenciamentoEnergia.pdf)>. Acesso em: 14 maio 2016.

SOARES, I. A Eficiência Energética e a Norma ISO 50001 – Uma combinação fundamental. In: SOARES, I. (Org.). **Eficiência Energética e a ISO 50001**. 1. ed. Lisboa: Edições Sílabo, 2015b. p. 13-25. Disponível em: <[http://www.silabo.pt/Conteudos/7998\\_PDF.pdf](http://www.silabo.pt/Conteudos/7998_PDF.pdf)>. Acesso em: 14 maio 2016.

SUPERMERCADO MODERNO. Ranking de Supermercados. 2017. Disponível em: <<http://www.sm.com.br/ranking-de-supermercados?tipo=BuscaBrasil&busca=PROEN%C3%87A%20SUPERM.>>. Acesso em: 29 abr. 2017.

SWEDISH ENERGY AGENCY. **Energy Management Systems: a tool for the continuous improvement of energy performance**. Skilstuna: SEA, 2013. 36 p. Disponível em: <<https://energimyndigheten.a-w2m.se/FolderContents.mvc/Download?ResourceId=2475>>. Acesso em: 14 maio 2016.

TEIXEIRA, A. A.; CARVALHO, M. C.; LEITE, L. H. DE M. Análise da Viabilidade para implantação do sistema de energia solar residencial. **Exacta**, v. 4, n. 3, p. 117-136, 2011. Disponível em: <<http://revistas.unibh.br/index.php/dcet/article/view/689/388>>. Acesso em: 13 maio 2016.

TOLMASQUIM, M. T. As origens da crise energética brasileira. **Ambiente e Sociedade**, n. 6/7, p. 179-183, 2000. ISSN: 1809-4422. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1414-753X2000000100012](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2000000100012)>. Acesso em: 02 mar. 2016.

TOLMASQUIM, M.; GUERREIRO, A.; GORINI, R. Matriz energética brasileira: uma prospectiva. *Revista Novos Estudos*, n.79, p.47-69, 2007. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-33002007000300003](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-33002007000300003)>. Acesso em: 25 jan. 2017.

TOLMASQUIM, M. T. Perspectivas e planejamento do setor energético no Brasil. **Estudos Avançados**, v. 26, n. 74, p. 247-260, 2012. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142012000100017&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142012000100017&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 11 mar. 2016.

TOLMASQUIM, M. T. **Energia Renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica**. 1. ed. Rio de Janeiro: EPE, 2016. 452 p.

Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/Documents/Energia%20Renov%C3%A1vel%20-%20Online%2016maio2016.pdf>>. Acesso em: 03 fev. 2017.

TURRIONI, J. B.; MELLO, C. H. P. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção: estratégias, métodos e técnicas para condução de pesquisas quantitativas e qualitativas**. Itajubá: UNIFEI, 2012. 199p. Disponível em:<[http://www.marco.eng.br/adm-organizacao-I/Apostila\\_Metodologia\\_Completa\\_2012\\_%20UNIFEI.pdf](http://www.marco.eng.br/adm-organizacao-I/Apostila_Metodologia_Completa_2012_%20UNIFEI.pdf)>. Acesso em: 17 abr. 2017.

UDAETA, M. E. M.; BAITILO, R. L.; BURANI, G. F. **Comparação da produção de energia com diesel e biodiesel analisando todos os custos envolvidos**. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 5, 2004, Campinas. **Anais**. Campinas, 2004. Disponível em: <[http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=MSC0000000022004000100039&lng=en&nrm=abn](http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022004000100039&lng=en&nrm=abn)>. Acesso em: 29 jan. 2017.

UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION. O manejo dos recursos hídricos em condições de incerteza e risco. **Relatório mundial das nações unidas sobre o desenvolvimento dos recursos hídricos 4**. Tradução de Dermeval de Sena Aires Júnior. Brasília: UNESCO, 2012. 17 p. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002154/215491por.pdf>>. Acesso em: 23 abr. 2016.

U.S. ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION. **Annual Energy Outlook 2013 with Projections to 2040**. Washington, 2013. 233p. Disponível em: <[http://www.eia.gov/forecasts/aeo/pdf/0383\(2013\).pdf](http://www.eia.gov/forecasts/aeo/pdf/0383(2013).pdf)>. Acesso em: 14 maio 2016.

VIANA, A. N. C.; BORTONI, E. DA C.; NOGUEIRA, F. J. H.; HADDAD, J.; NOGUEIRA, L. A. H.; VENTURINI, O. J.; YAMACHITA, R. A. **Eficiência energética: fundamentos e aplicações**. 1.ed. Campinas: Elektro, 2012. 314 p. Disponível em: <[https://www.elektro.com.br/Media/Default/DocGalleries/Eficientiza%C3%A7%C3%A3o%20Energ%C3%A9tica/Livro\\_Eficiencia\\_Energetica.pdf](https://www.elektro.com.br/Media/Default/DocGalleries/Eficientiza%C3%A7%C3%A3o%20Energ%C3%A9tica/Livro_Eficiencia_Energetica.pdf)>. Acesso em: 21 abr. 2017.

VILLALVA, M.; GAZOLI, J. **Energia solar fotovoltaica: conceitos e aplicações**. São Paulo: Erica, 2012.

WEG. **Eficiência Energética em Motores Elétricos**. 2010. Estudo de caso. Disponível em: <<http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-eficiencia-energetica-em-motores-eletricos-wmo029-estudo-de-caso-portugues-br.pdf>>. Acesso em: 22 jul. 2017.

WERKEMA, M. C. C. **As Ferramentas da Qualidade no Gerenciamento de Processos**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1995. 108 p. (Série Ferramentas da Qualidade, 1).

ZANCAN, M. D.; CASTELLANELLI, C.; RUPPENTHAL, J. E.; HOFFMANN, R. **Utilização de fontes alternativas de energia em supermercados de médio e grande porte visando a autossuficiência energética no horário de ponta e a redução de impactos ambientais**. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DA PRODUÇÃO, 8, 2006, Bauru. **Anais**. Bauru, 2006. Disponível em: <[http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais\\_13/artigos/434.pdf](http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/434.pdf)>. Acesso em: 13 maio 2015.

## APÊNDICE A - INQUÉRITO PARA EXECUÇÃO DE UMA AUDITORIA ENERGÉTICA

### A. IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA:

#### 1. DADOS DA MATRIZ

- 1.1 Nome.....  
 1.2 Endereço.....  
 1.3 Código postal ..... 1.4 Bairro.....  
 1.5 Município.....  
 1.6 Estado.....  
 1.7 Telefone.....  
 1.8 Pessoa para contato e cargo.....

#### 2. DADOS DA LOJA

- 2.1 Nome.....  
 2.2 Endereço.....  
 2.3 Código postal ..... 2.4 Bairro.....  
 2.5 Município.....  
 2.6 Estado.....  
 2.7 Telefone.....  
 2.8 Pessoa para contato e cargo.....

#### 3. SETOR DE ATIVIDADE

- 3.1 Designação.....  
 3.2 Classificação de atividade econômica.....

#### 4. OUTROS DADOS

- 4.1. Data de inauguração da instalação.....  
 4.2. Número de empregados (se possível, separar por nível de qualificação) .....

N. °	Nível de qualificação
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....

- 4.3. Área de implantação da instalação / área coberta de edifícios (valores aproximados)

.....  
 .....  
 .....

## B. SETORES E MÓDULOS TEMÁTICOS:

5. Planta baixa da loja - Anexar a este questionário um diagrama da instalação do supermercado, indicando os departamentos desde a recepção, setores de exposição de produtos, administração, caixas de cobrança, balcão de informações e assistência ao cliente, estacionamento e outros setores de utilidades, bem como a disposição e localização através de simbologia normalizada.
6. Localização dos módulos temáticos – Identificar na planta baixa a localização dos quadros de distribuição, centro de controle de motores, casa de máquinas, grupo gerador e entrada de energia da concessionária e indicação unifilar de alimentação dos principais quadros.

## C. MATÉRIAS-PRIMAS E PRODUTOS:

7. Listar os principais produtos comercializados nos três últimos anos.

Ano	Produto	Tipo de Produto	Unid.	Quantidade	Influência no contexto global (%)

## D. ENERGIA COMPRADA/CONSUMIDA:

8. Anexar registros de consumos de todas as formas de energia utilizadas na instalação global, em cada um dos três últimos anos e durante o presente ano (acumulado), que permitam preencher para cada ano uma tabela como exemplificada abaixo:

Forma de energia	Quantidade/ano	Unidades	Custo/ano
Eletricidade contratada			
Diesel			
GLP			
Outros (indicar)			

## NOTAS:

- No caso de combustíveis sólidos, deverão ser indicados também os respectivos poderes caloríficos inferiores.
  - No caso da eletricidade adquirida, solicita-se cópias de todas as faturas mensais, correspondentes aos períodos em análise. Se houver registos de consumos efetuados pela empresa que difiram dos valores das faturas, também deverão ser apresentados.
  - No caso de combustíveis (sólidos, líquidos e gasosos) solicita-se, apenas para o último ano e para os meses decorridos do presente ano (até a data de realização da auditoria), a apresentação dos consumos mensais desagregados (preferencialmente a partir de registos da empresa ou, na falta destes, pela apresentação de cópias das faturas dos respectivos abastecimentos).
  - Sempre que os dados pedidos anteriormente, a serem fornecidos pela empresa, não contiverem informação sobre a origem e o preço atual de cada forma de energia, estes elementos também deverão ser apresentados em anexo (no caso do preço, através de cópia da última fatura da entidade abastecedora).
9. Anexar registos de consumos mensais (se houver) das várias formas de energia utilizadas, desagregados por secções produtivas e/ou principais equipamentos, e por produto, durante o último ano e meses decorridos do presente ano. Na ausência destes registos, indicar estimativas de valores em percentagem relativa ao total de energia utilizado na instalação global.

**E. ELECTRICIDADE AUTOPRODUZIDA:**

10. Existe autoprodução de energia eléctrica?

Sim                       Não

11. Em caso afirmativo, qual o tipo de gerador instalado?

Diesel                                       Turbina de gás                       Outros

Turbina de vapor                       Caldeira de recuperação

12. Qual a potência de autoprodução instalada?.....kW.

Anexar folha com características principais do sistema instalado.

13. Qual a quantidade de energia eléctrica produzida durante o ano passado?.....kWh.

Se possível, indicar também autoprodução dos dois anos anteriores. ....kWh.

14. Combustíveis usados para a autoprodução:

Tipo de combustível	Quantidade consumida	Unidades

15. A capacidade de autoprodução tem previsão para ser aumentada?

Sim  Não

Em caso afirmativo, explique.

.....

.....

.....

#### **F. PRODUÇÃO COMBINADA DE CALOR E ENERGIA ELÉCTRICA (COGERAÇÃO):**

16. Existe algum sistema de cogeração instalado na instalação?

Sim  Não

17. Em caso afirmativo, descreva os principais parâmetros do sistema de cogeração.

.....

.....

.....

18. Qual a data de instalação do sistema?.....

19. Existem planos para instalar sistemas de cogeração ou para aumentar a capacidade de um sistema já existente?

.....

.....

.....

#### **G. CONSUMO DE ELECTRICIDADE**

20. Qual é a potência total instalada em motores e outros equipamentos?..... kW.

21. Especificar a tensão utilizada: .....

22. Indicar os consumos anuais mais recentes:

<b>ELETRICIDADE</b>	<b>kWh/ CONSUMIDAS</b>
Contratada	
Autoproduzida	

Quando disponíveis, indicar os consumos mensais e anuais mais recentes. Anexar folha com a informação suplementar.

23. Existem dados disponíveis sobre variações diárias e sazonais do consumo de eletricidade?

.....  
 .....  
 .....

24. Qual o valor médio do fator de potência da instalação?.....

25. Identificar o consumo de eletricidade segundo a tabela seguinte:

<b>TIPO DE CONSUMIDOR</b>	<b>QUANTIDADE (kWh/...)</b>	<b>(%) DO TOTAL</b>
Força motriz (motores)		
Aquecimento		
Iluminação		
Outros (especificar)		

É aceitável uma estimativa, se não houver dados mais precisos disponíveis.

## H. UTILIZAÇÃO DE ENERGIA

26. Quais são as unidades/departamentos que mais consomem energia?

<b>Unidade</b>	<b>Energia utilizada, tipo, quantidade</b>	<b>Consumo específico de energia <sup>(1)</sup></b>	<b>Eficiência</b>	<b>Combustíveis alternativos *</b>

\* Com ou sem modificação da instalação.

(1) Se possível indicar consumos específicos de energia verificados mensalmente ao longo do período anual mais recente. Indicar claramente o período abrangido. Anexar folhas com a informação suplementar.

## I. GESTÃO DE ENERGIA

27. Quem é o responsável pela gestão de energia na instalação?

Nome: .....

Posição: .....

Tempo integral / tempo parcial:.....

Habilitações, experiência: .....

28. Existe uma equipe de energia?

Sim  Não

Em caso afirmativo, quantas pessoas a constituem? .....

29. Existe uma comissão de energia?

Sim  Não

30. Quais as funções e responsabilidades da comissão de energia?

.....

.....

.....

31. Como é feito o exame e controle do consumo de energia?

- Pela Direção apenas?
- Por engenheiro(s) e técnicos?
- Pelos setores da empresa?
- De forma rotineira ou de vez em quando?

Quando foi realizado o último exame completo?.....

32. Que tipo de análise de consumo de energia são realizadas?

- Por departamentos (ex.: escritórios, setor de vendas, .....)?
- Por equipamentos principais (ex.: refrigeração, ar condicionado,...)?
- Por utilização final (ex.: iluminação, motor,.....)?
- Por tipo de produto?
- Por períodos?

33. Que unidades de medida são usadas na (s) referida (s) análise (s)?

.....

.....

.....

34. A análise inclui o estudo da relação entre a energia utilizada e o nível de produção?

Sim  Não

35. Descreva sucintamente os registros de consumo de energia efetuados:

.....

.....

.....



36. Há uma comparação entre o consumo de energia atual e os consumos verificados em períodos anteriores? Explique.

.....  
.....  
.....

37. São estabelecidas correlações entre consumos de energia e variações da qualidade do (s) produto (s), ou das condições climáticas ou da capacidade de armazenagem, etc.? Explique:

.....  
.....  
.....

38. São estabelecidos pela direção, objetivos quantitativos quanto a:

- Consumo total de energia?
- Consumo específico de energia?
- Economia de energia (ex.: redução percentual)?
- Melhorias em processos específicos ou fases de armazenagem e exposição?

39. Que ações têm sido tomadas para instruir o pessoal sobre medidas de conservação de energia?

.....  
.....  
.....

40. Existe implementado algum sistema de manutenção preventiva? Explique:

.....  
.....  
.....

## **J. PROBLEMAS E ATIVIDADES EM CONSERVAÇÃO DE ENERGIA**

41. Faça um resumo dos problemas prioritários do setor energético da instalação.

.....  
.....  
.....

42. Quais são os obstáculos que impedem a melhoria da eficiência no uso da energia?

.....  
.....  
.....

43. Algum estudo está sendo elaborado para o aumento da eficiência no uso da energia?

.....  
.....  
.....

44. Faça um resumo das principais atividades no âmbito da conservação de energia já iniciadas ou planejadas (especifique calendário de aplicação):

.....  
.....  
.....

45. Existe algum potencial para a utilização de formas de energia não convencionais ou recursos energéticos renováveis (p. ex.: madeira, solar, eólica, biomassa, biogás)?

.....  
.....  
.....