

MATEUS CONTIM RAMOS

mateuscontim@gmail.com

**AUDITORIA ENERGÉTICA NO SETOR DE PANIFICAÇÃO –
UM ESTUDO DE CASO EM GOVERNADOR VALADARES**

**Governador Valadares
Dezembro de 2016**

MATEUS CONTIM RAMOS

mateuscontim@gmail.com

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais como parte dos requisitos para a obtenção do Grau de Engenheiro de Produção.

Orientador: Prof. Valcimar Silva de Andrade

**Governador Valadares
Dezembro de 2016**



ANEXO V – ATA DE DEFESA

Aos 06 dias do mês de Dezembro de 2016, às 18:00, no Auditório deste instituto, foi realizada a defesa do Trabalho de Conclusão de Curso elaborado pelo (a) aluno (a) **Mateus Contim Ramos**, intitulado **Auditoria energética no setor de panificação – um estudo de caso em Governador Valares**, sendo a comissão examinadora constituída pelos professores Valcimar Silva de Andrade, Débora Rosa Nascimento e Djalma Araújo Rangel.

A comissão examinadora deliberou pela APROVAÇÃO do (a) aluno (a), com a nota 89,0. Na forma regulamentar foi lavrada a presente ata que é assinada pelos membros da comissão examinadora e pelo (a) aluno(a).


Orientador(a): Valcimar Silva de Andrade


Débora Rosa Nascimento - IFMG


Djalma Araújo Rangel - IFMG


Aluno (a): Mateus Contim Ramos

TERMO DE RESPONSABILIDADE

O texto do trabalho de conclusão de curso intitulado “Auditoria energética no setor de panificação – Um estudo de caso em Governador Valadares” é de minha inteira responsabilidade. Declaro que não há utilização indevida de texto, material fotográfico ou qualquer outro material pertencente a terceiros sem o devido referenciamento ou consentimento dos referidos autores.

Governador Valadares, 9 de dezembro de 2016



Mateus Contim Ramos

Dedico este trabalho à minha Família, especialmente as minhas avós (*in memoriam*) Zenaide Contin e Maria Rosa Ramos pelos ensinamentos de vida contribuindo diretamente na formação dos meus valores morais.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por sempre ser meu norte e me prover aquilo que necessito para minha sobrevivência.

Agradeço ao meu pai Anacleto Rosa Ramos pelo apoio, amizade e confiança.

Agradeço à minha mãe Maria dos Anjos Ferreira, por ter permitido que eu viesse ao mundo, e pelos conselhos e lições que me fazem melhorar a cada dia.

Agradeço ao meu irmão Paulo Vitor Ferreira Ramos, por sempre estar do meu lado e nunca negar nenhum tipo de ajuda.

Agradeço a minha namorada Anna Luisa Ribeiro Oliveira, por sempre estar do meu lado e me auxiliar de todas as formas possíveis o meu desenvolvimento estudantil, profissional e pessoal.

Agradeço a minha família em especial meu Avô Wilson Ferreira de Souza, pelo apoio e por sempre confiarem em mim.

Ao meu sobrinho João Gabriel por sempre me alegrar.

Ao Professor e Mestre Valcimar Silva de Andrade pela confiança, conselhos e solicitude por ele demonstrados, não apenas neste trabalho. Além da dedicação e empenho no esclarecimento de questões relativas ao trabalho que possibilitaram a sua realização bem como sua exigência que fizeram com eu buscase sempre a melhoria.

Aos professores: Me. Débora Rosa Nascimento, Dr. Willerson Custódio Silva e Me. Djalma Araújo Rangel por terem disponibilizado à mim e aos meus colegas o conhecimento em grande parte das disciplinas cursadas.

À todos os professores, técnicos administrativos, colegas de curso e demais áreas, e terceirizados.

Aos meus amigos Daniel Gama, Rubens Machado Botelho, Madson Clemente, Mauro Fernandes e Vinícius Gusmão por toda a generosidade e amizade por eles demonstradas, principalmente em momentos complicados.

*“Faço o melhor que sou capaz, só pra viver em
paz”.*

LOS HERMANOS

RESUMO

RAMOS, Mateus Contim. Auditoria energética no setor de panificação – um estudo de caso em Governador Valadares, 2016 (Graduação em Engenharia de Produção). Instituto Federal de Minas Gerais – Campus Governador Valadares.

O estudo aborda a realização de uma auditoria energética como uma ferramenta para alcançar a eficiência energética em uma panificadora de pequeno porte localizada na cidade de Governador Valadares, Minas Gerais. Os conhecimentos obtidos através da revisão bibliográfica, aliados as informações coletadas em visitas *in loco* a empresa em estudo, tem a finalidade de propor medidas e simular cenários para a redução do consumo energético através da eliminação dos desperdícios, ou seja, da racionalização do consumo de energia em todas as suas formas, demonstrando os possíveis ganhos em competitividade para empresa objeto de estudo caso não negligencie a gerencia de seus recursos energéticos. Deste modo o presente estudo identifica os problemas e propõe um conjunto de ações visando a otimização dos insumos energéticos nos sistemas que possuem maior gasto de energia em uma panificadora: Refrigeração, Iluminação e Cocção.

Palavras-chave: Eficiência Energética, Auditoria Energética, Panificação

ABSTRACT

The study addresses the performance of an energy audit as a tool to achieve energy efficiency in a small bakery located in the city of Governador Valadares, Minas Gerais. The knowledge obtained through the bibliographical review, together with the information collected in on-site visits to the company under study, has the purpose of proposing measures and simulating scenarios for the reduction of energy consumption by eliminating waste, that is, rationalizing the consumption of Energy in all its forms, demonstrating the possible gains in competitiveness for the company under study if it does not neglect the management of its energy resources. In this way the present study identifies the problems and proposes a set of actions aiming at the optimization of the energy inputs in the systems that have the most energy expenditure in a bakery: Refrigeration, Lighting and Cooking.

Key-words: Energy Efficiency, Energy Audit, Bakery

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Distribuição do consumo de energia ao longo dos últimos anos	24
Figura 2: Roteiro para a realização de um diagnóstico energético	28
Figura 3: Modelo da conta de luz utilizada pela Cemig Distribuição S.A.	31
Figura 4: Tarifação sem impostos das concessionárias de energia do Estado de Minas Gerais	32
Figura 5: Representação gráfica da evolução no faturamento do setor nos últimos anos	33
Figura 6: Composição média dos custos em uma padaria	36
Figura 7: Distribuição estatística dos gastos de uma panificadora	36
Figura 8: Forno a Lastro & Forno Turbo	39
Figura 9: Exemplificação da intensidade luminosa, fluxo luminoso e iluminância	42
Figura 10: Quantidade de Lúmens por Watts de cada modelo de lâmpada	46
Figura 11: Tempo de vida útil dos modelos de lâmpadas	46
Figura 12: Classificação da pesquisa científica em Engenharia de Produção	54
Figura 13: Roteiro simplificado da pesquisa	56
Figura 14: Localização da empresa em estudo	59
Figura 15: Interruptores no setor comercial da empresa.	69
Figura 16: Funcionamento de uma bandeja de luz	74

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Consumo energético ao longo dos meses	61
Gráfico 2	Produção ao longo do mês	76
Gráfico 3	Indicador Consumo x Produção	77

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Subgrupos do Grupo de Tarifação B	30
Tabela 2	Iluminância por classe de tarefas visuais	43
Tabela 3	Fatores determinantes da iluminância adequada	44
Tabela 4	Iluminância necessária em padarias por ambiente	44
Tabela 5	Nível de refletância	48
Tabela 6	Fator de utilização	48
Tabela 7	Equipamentos de refrigeração da empresa	62
Tabela 8	Consumo médio mensal dos equipamentos de refrigeração	62
Tabela 9	Equipamentos de cocção da empresa	63
Tabela 10	Consumo médio dos equipamentos de cocção da empresa	64
Tabela 11	Equipamentos de iluminação da empresa	65
Tabela 12	Consumo médio dos equipamentos de iluminação da empresa	66
Tabela 13	Equipamentos sugeridos para o sistema de refrigeração	70
Tabela 14	Sistema de refrigeração com os equipamentos sugeridos	71
Tabela 15	Equipamentos sugeridos para o sistema de cocção	72
Tabela 16	Sistema de cocção com os equipamentos sugeridos	72
Tabela 17	Lâmpadas indicadas para a substituição por setor da empresa	74
Tabela 18	Sistema de iluminação com os novos equipamentos dimensionados	74
Tabela 19	Preço médio dos equipamentos de refrigeração propostos para a substituição	78
Tabela 20	Preço médio dos equipamentos de cocção propostos para a substituição	78
Tabela 21	Preço médio dos equipamentos de iluminação propostos para a substituição	78

ABREVIATURAS, SIGLAS E CONVENÇÕES

ABEPRO	Associação Brasileira de Engenharia de Produção	51
ABESCO	Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia	30
ABIP	Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria	21
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica	19
CEMIG	Companhia Energética de Minas Gerais S.A.	30
CPRH	Agência Estadual de Meio Ambiente	40
Eletrobrás	Centrais Elétricas Brasileiras	26
ICMS	Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviço	31
IFMG	Instituto Federal de Minas Gerais	82
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia	38
ITPC	Instituto Tecnológico da Panificação e Confeitaria	35
NBR	Norma Técnica	41
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia	26
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio a Micro e Pequenas Empresas	21

LISTA DE SÍMBOLOS

CO	Monóxido de Carbono	29
CO ₂	Dióxido de Carbono	29
kWh	Quilowatt- hora	31
kV	Quilovolts	30
kW	Quilowatts	41
GLP	Gás Liquefeito do Petróleo	35
LUX	Unidade de Iluminamento	42
PVC	Policloreto de Vinila	38
TWh	Terawatts-hora	30

LISTA DE EQUAÇÕES

- 1 Cálculo da fatura de energia elétrica
- 2 Cálculo do consumo médio de energia
- 3 Cálculo a potência total instalada
- 4 Cálculo da densidade de potência
- 5 Cálculo do índice local
- 6 Cálculo do fluxo luminoso total
- 7 Cálculo da densidade de potência relativa
- 8 Cálculo do *payback*
- 9 Cálculo do valor presente líquido (VPL)
- 10 Cálculo da taxa interna de retorno (TIR)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO AO ESTUDO	19
1.1 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA.....	21
1.2 JUSTIFICATIVA	22
1.3 OBJETIVOS	23
1.3.1 Objetivo Geral.....	23
1.3.2 Objetivos Específicos	23
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	24
2.1.1 Conceito de Eficiência Energética.....	25
2.1.2 Diagnóstico Energético e Auditoria Energética	26
2.1.3 Redução de Custos e Competitividade	28
2.1.4 Aspectos Ambientais da Eficiência Energética	29
2.1.5 Tarifação de Energia Elétrica	30
2.2 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO SETOR DE PANIFICAÇÃO – PANORAMA BRASILEIRO.....	33
2.2.1 Fontes Energéticas da Indústria de Panificação	35
2.2.2 Sistema de Refrigeração	37
2.2.3 Sistema de Cocção.....	38
2.2.3.1 Fornos a Lenha	40
2.2.3.1 Fornos a Gás	40
2.2.3.3 Fornos Elétricos.....	40
2.2.4 Sistema de Iluminação.....	41
2.2.4.1 Iluminação Natural	42
2.2.4.2 Iluminação Artificial.....	43
2.2.4.3 Equipamentos de Iluminação	45
2.2.4.4 Cálculo de Iluminação	46
2.3 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE PROJETOS	49
2.3.1 Período de Recuperação do Capital Simples – <i>Payback</i> Simples	49
2.3.2 Valor Presente Líquido (VPL).....	50
2.3.3 Taxa Interna de Retorno (TIR)	50

2.4 ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	51
3 METODOLOGIA.....	53
3.1 NATUREZA E CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	53
3.2 OBJETIVO E ABORDAGEM DA PESQUISA.....	54
3.3 METODOLOGIA DO PROJETO DE PESQUISA.....	55
3.3.1 Revisão Bibliográfica.....	56
3.3.2 Diagnóstico Energético Preliminar.....	56
3.3.3 Análise dos Dados Levantados.....	57
3.3.4 Diagnóstico Energético Final.....	57
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	58
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PANIFICADORA.....	58
4.2 LEVANTAMENTO DE CONSUMO E EFICIÊNCIA DOS EQUIPAMENTOS.....	59
4.2.1 Consumo Energético da Empresa.....	60
4.2.2 Eficiência dos Equipamentos.....	61
4.2.2.1 Sistema de Refrigeração da Empresa.....	61
4.2.2.2 Sistema de Cocção da Empresa.....	63
4.2.2.3 Sistema de Iluminação.....	64
4.3 ANÁLISE DO DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO.....	66
4.3.1 Sistema de Refrigeração.....	66
4.3.2 Sistema de Cocção.....	67
4.3.3 Sistema de Iluminação.....	68
4.4 PROPOSTAS DE AÇÃO E RELATÓRIO FINAL.....	69
4.4.1 Sistema de Refrigeração.....	69
4.4.2 Sistema de Cocção.....	71
4.4.3 Sistema de Iluminação.....	73
4.5 TARIFAÇÃO ENERGÉTICA.....	75
4.6 ANÁLISE DA PRODUÇÃO.....	75
4.7 PRODUÇÃO <i>VERSUS</i> CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA.....	76
4.8 ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE TROCA DOS EQUIPAMENTOS ..	77
5 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS.....	80
5.1 CONCLUSÕES.....	80
5.2 TRABALHOS FUTUROS.....	82

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84
ANEXO A – RELATÓRIO FINAL	87

1 INTRODUÇÃO AO ESTUDO

Ao longo da última década o Brasil tem experimentado um constante crescimento econômico, com uma ampliação do parque fabril e conseqüente elevação do consumo de energia elétrica (ANEEL, 2008). Sabe-se que apesar do Brasil ser um país com possibilidades de geração de energia a partir de um conjunto de fontes, o processo de geração de energia se difere de outros países sendo baseado principalmente no aproveitamento da energia hidráulica. Contudo, esse aproveitamento do notório potencial natural do país é refém dos índices pluviométricos que ajudam a manter os níveis de reservatórios e a vazão dos rios (usinas fio d'água). A falta de investimento em métodos alternativos de produção de energia elétrica demonstra a obsolescência do atual modelo de energético utilizado pelo país.

Algumas conseqüências imediatas da crise hídrica vigente e da falta de soluções alternativas de produção energética são: o aumento da tarifa energética tanto para os consumidores residenciais quanto para os grandes consumidores (indústrias de pequeno, médio e grande porte) através do surgimento do sistema de bandeiras tarifárias, além da já existente tarifa horo-sazonal, demonstrando o uso constante de usinas térmicas que geram um grande impacto ambiental e econômico e o aumento da tarifa de água. Essas questões afetam diretamente os custos de produção das empresas, pois todas elas possuem como insumos básicos a energia e a água. Conseqüentemente, o consumidor final também é afetado, pois sistemas de produção mais onerosos geram produtos dispendiosos. Uma alternativa para as empresas é o controle de perdas através de ações de conservação de energia.

O uso de forma consciente e racional é de suma importância para os grandes consumidores de energia elétrica e para a sociedade. Pois, além da economia nas tarifas de luz, o uso eficiente de energia elétrica contribui para evitar o aumento dos custos com o funcionamento das usinas térmicas. Segundo Keeling (2012) o gerenciamento de perdas carece primariamente de medidas que sejam a base para o gestor analisar os gastos e propor alternativas (desligamento de equipamentos, substituição de equipamentos, alteração de processo, políticas de conscientização, etc.). É de suma importância para as empresas a implementação de medidas de eficiência energética, uma vez que o avanço tecnológico permite a aquisição de equipamentos que utilizam menos energia para atender a uma mesma necessidade. Ou seja, obtém os mesmos serviços com uma quantidade inferior de recursos energéticos.

A energia se encaixa como um dos elementos utilizados no processo de fabricação dos mais variados tipos de mercadorias, as quais, por sua vez, são utilizadas para satisfazer necessidades do processo produtivo. Sendo assim, a energia elétrica se equipara em nível de importância a outros fatores produtivos como mão de obra qualificada, o trabalho, a matéria-prima e equipamentos. Porém, em vários seguimentos empresariais grande parte dos administradores e colaboradores não possui o conhecimento da quantidade de energia usada nas atividades produtivas e dos impactos financeiros e ambientais gerados pelo uso desse bem. Tal atitude é justificada pela falta do reconhecimento da energia elétrica como mercadoria adquirida, usada e descartada. Se faz necessário à implementação de mudanças no setor produtivo com o intuito de formar mercados ambientalmente racionais para o benefício da sociedade atual e futura.

A eficiência energética consiste em obter o melhor desempenho na produção de um bem ou serviço com o menor gasto de energia, sendo assim, essa ferramenta se torna indispensável para qualquer empresa na atualidade, pois companhias que utilizam de forma racional a energia nos seus processos de fabricação através de mudanças de *layout*, de processos, de equipamentos e de pessoal consequentemente ganham uma maior competitividade no mercado ao diminuir o consumo energético que se caracteriza por ser um insumo produtivo, ou seja, um custo variável (SANTOS, 2013). Ademais, companhias que praticam a eficiência energética podem usa-la como forma de *marketing* verde, atraindo assim uma nova gama de consumidores e potenciais investidores. Assim a necessidade de uma auditoria energética nas empresas é fundamental para detectar possíveis índices de desperdício e perdas em processos produtivos, buscando medidas para remediar tais problemas e ainda programar uma rotina de conscientização dos funcionários visando o uso racional da energia.

Nessa perspectiva o presente trabalho consiste em realizar uma auditoria energética em uma panificadora de médio porte, localizada na cidade de Governador Valadares – Minas Gerais, que produz e comercializa produtos de confeitaria, pães, participa de licitações e também trabalha com refeições. Além disso, será feita simulações com novos equipamentos visando à melhoria da eficiência energética futura, e consequentemente o desenvolvimento econômico e ambiental da empresa.

1.1 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Fontes energéticas são utilizadas desde os tempos remotos visando o desenvolvimento humano, econômico e social. Além disso, possui grande importância por ser um insumo básico para toda a sociedade. Um dos principais aspectos a serem considerados para um crescimento industrial é o uso das fontes de energia disponíveis, atendendo as necessidades da sociedade de consumo e do setor econômico nacional.

Nessa perspectiva, o Brasil se caracteriza por ainda possuir um modelo energético falho, pois é centralizado na hidroeletricidade que possui problemas, principalmente em períodos de estiagem, quando há uma significativa redução na obtenção de energia pela falta de água. Em tempos recentes houve um aumento significativo no valor da conta de energia, impulsionado em parte pela crise hídrica decorrente no país, que limitando a produção de energia através da fonte hidráulica (menos dispendiosa), forçou maior geração através das termoelétricas, que se caracteriza por ser mais cara e com maior impacto ambiental. Na cadeia produtiva, é possível vislumbrar que a medida que a demanda energética aumenta para suprir a capacidade de produção, as consequências financeiras aumentam para o empresariado brasileiro, dificultando sua gestão e sua competitividade.

Como citado anteriormente, o setor de panificação se encontra como um dos maiores segmentos industriais do país, possuindo um número elevado de despesas decorrentes do uso das formas de energia. Segundo ABIP e SEBRAE (2009), o gasto médio mensal com energia em padarias de pequeno, médio e grande porte são de R\$ 2.039,00, R\$ 6.147,00 e R\$ 10.000,00 respectivamente. O alto valor pago pelos proprietários está relacionado ao grande consumo energético dos equipamentos necessários para a produção como fornos e refrigeradores, assim como o mau dimensionamento dos mesmos, impactando diretamente os custos de produção e, conseqüentemente, o preço final dos produtos, uma vez que, na análise dos custos de uma panificadora, os custos com energia se encontram em quarto lugar. Além disso, a gestão rudimentar baseada na crença de que os recursos naturais são inesgotáveis geram os desperdícios de energia e, conseqüentemente, os impactos ao meio ambiente vindos da transformação energética.

A auditoria energética deve melhorar a forma com que as fontes energéticas das panificadoras são convertidos em produtos e serviços. Entretanto, faltam aos empresários

deste ramo, o conhecimento e a percepção dos benefícios gerados pela racionalização do uso de energia tanto para a empresa quanto para a sociedade e as futuras gerações.

1.2 JUSTIFICATIVA

Os custos com os insumos energéticos têm impacto direto ao custo de produção e no desempenho da empresa no mercado. Segundo a FIRJAN (2011) a tarifa média de 329,0 R\$/MWh para a indústria no Brasil é mais do que 50% superior à média de 215,5 R\$/MWh encontrada para um conjunto de 27 países do mundo, para os quais há dados disponíveis na Agência Internacional de Energia, ou seja, mesmo o Brasil sendo um país com uma grande potencial de geração de energia os consumidores pagam um alto valor para utilizar o insumo, em especial os grandes consumidores (empresas) que utilizam o insumo em grande quantidade, fato que eleva a necessidade de redução no consumo energético.

A economia que pode ser obtida pela a racionalização energética possibilita o empresário direcionar seus recursos para outras atividades, além de contribuir para aumentar a confiabilidade do sistema elétrico nacional, postergando a necessidade de investimentos governamentais em geração, transmissão e distribuição de energia, ou seja, ações de eficiência energética agregam importantes ganhos sociais, ambientais e de competitividade para a indústria.

O setor de panificação está entre os maiores segmentos industriais do país, sendo um importante gerador de emprego e distribuição de renda. Nota-se que uma empresa de panificação devido ao grande leque de produtos produzidos, possui diferentes sistemas consumidores de energia e de processos produtivos que necessitam de um grande consumo energético.

Diante do exposto, foi selecionada uma empresa do ramo de panificação com demanda de auditoria energética, visando à redução de custos de produção, o aumento na competitividade e a implementação de uma cultura do uso eficiente de energia dentre os colaboradores. Além disso, por se tratar de uma auditoria, se faz útil utilizar os conhecimentos de gestão de custos, viabilidade econômica, elementos da administração e gestão ambiental adquiridos ao longo do curso de engenharia de produção.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo geral do trabalho é executar uma auditoria energética em uma empresa de panificação localizada na cidade de Governador Valadares – Minas Gerais, visando propor medidas e simular cenários para a redução do consumo energético através da eliminação dos desperdícios, dos possíveis “gargalos” energéticos e racionalizar o uso das formas de energia encontradas.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Analisar o consumo energético em busca de perspectivas para um menor impacto ambiental, para fins de responsabilidade social e com as futuras gerações;
- Ampliar os conhecimentos em auditoria energética da empresa em estudo, avaliando as condições de operação dos equipamentos do sistema de cocção, do sistema de iluminação e do sistema de refrigeração;
- Analisar e avaliar o sistema de iluminação, sistema de cocção e de refrigeração, quanto ao consumo energético, propondo recomendações e possíveis redimensionamentos;
- Analisar viabilidade técnica e econômica.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo destina-se em contextualizar a problemática em estudo, apresentando parâmetros que norteiam a implicação do trabalho, além disso, são apresentadas as ferramentas que foram empregadas no estudo de caso.

2.1 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA – VISÃO GERAL

O termo eficiência energética é muitas vezes confundido erroneamente como uma simples limitação do consumo de energia, entretanto a eficiência energética não está associada à limitação ou a diminuição da utilização do insumo (energia), mas sim na geração de uma solução técnica, financeira e ambiental que visa realizar as mesmas atividades, poupando o consumo desnecessário, mantendo a qualidade, segurança, confiabilidade e produtividade do processo produtivo. Em outras palavras, gerir a energia não deve significar apenas reduzir os consumos, mas sim garantir a sua utilização da forma mais racional e otimizada possível.

Historicamente o desenvolvimento da eficiência energética surgiu com a primeira crise do petróleo em 1973, ou seja, uma crise energética. Desencadeando reflexões acerca dos métodos mais eficientes de se consumir a energia disponível. Os gráficos observados na figura 1 mostra a distribuição do consumo energético de cada setor da economia brasileira no período de 1990 a 2012.

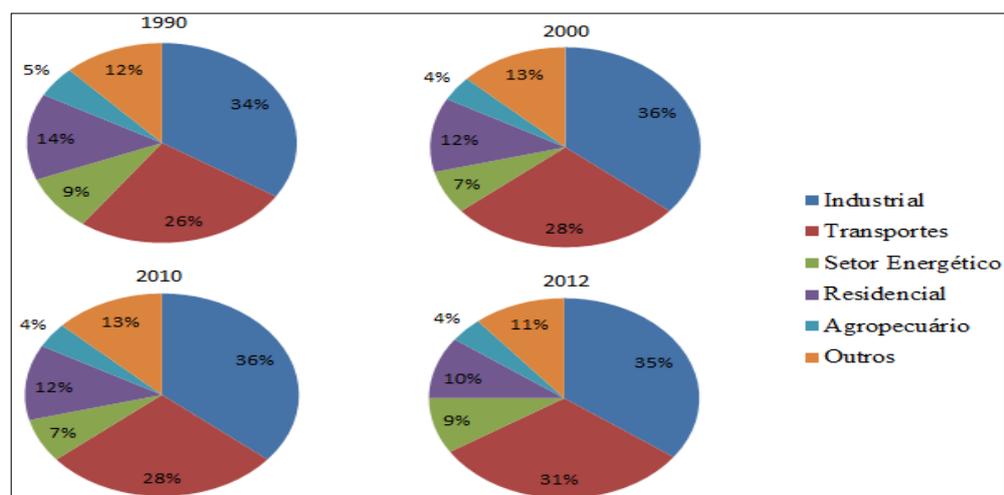


Figura 1: Distribuição do consumo de energia ao longo dos últimos anos
Fonte: Anuário estatístico de energia elétrica (2014)

Em termos de Brasil, o setor industrial e sua cadeia de infraestrutura consomem grande parcela da energia produzida anualmente. Em 2012 o consumo foi cerca de 35% da energia nacional gerada.

2.1.1 Conceito de Eficiência Energética

Falar sobre eficiência é um tema atual que abrange mais do que energia, é um conceito útil na melhoria de comportamentos humanos e produtivos. Entretanto, existe um paradoxo entre eficiência e eficácia, sendo que o dicionário Aurélio Buarque de Holanda (2010) classificam tais palavras como sinônimas. Segundo Chiavenato (1993) “A eficiência não se preocupa com os fins, mas simplesmente com os meios. O alcance dos objetivos visados não entra na esfera de competência da eficiência; é um assunto ligado à eficácia”.

Fisicamente, a energia pode ser caracterizada pela capacidade de realizar trabalho mecânico, o que é uma definição válida, porém limitada. Em 1872, Maxwell propôs uma definição que pode ser considerada mais correta do que a anterior: “energia é aquilo que permite uma mudança na configuração de um sistema, em oposição a uma força que resiste à esta mudança” (VIANA, 2012). Esta definição refere-se a mudanças de condições, a alterações do estado de um sistema e inclui duas ideias importantes: as modificações de estado implicam em vencer resistências e é justamente a energia que permite obter estas modificações de estado.

A energia pode se apresentar sob diversas formas: energia elétrica, energia magnética, energia potencial gravitacional, energia cinética, etc. Todas podem ser obtidas de diferentes fontes como: petróleo, gás natural, biomassa, ventos, etc. Pelo princípio geral da conservação da energia é sabido que não se “cria” energia, mas sim, que toda energia é transformada, gerando custos e impactos ambientais diversos nos seus processos de transformação, o que leva a necessidade da gestão racional desse insumo.

Nesse processo de gestão da energia e suas transformações é primordial ter em mente o conceito de eficiência energética, que diz respeito ao grau de aproveitamento da energia primária (anterior ao processo de transformação em questão) e a energia secundária (transformada). A diferença entre essas duas energias é considerada perda, e depende do tipo de transformação envolvida. Portanto, considera-se um sistema de alta eficiência aquele em que as perdas são bastante reduzidas. Após uma vasta revisão bibliográfica sobre o tema

eficiência energética, é possível utilizar a conceituação encontrada junto ao Ministério de Meio Ambiente, que define Eficiência Energética da seguinte forma:

Eficiência Energética consiste da relação entre a quantidade de energia empregada em uma atividade e aquela disponibilizada para sua realização, abrangendo assim a otimização das transformações, do transporte e do uso dos recursos energéticos, desde suas fontes primárias até seu aproveitamento. Deve-se destacar que a eficiência energética não está limitada somente à energia elétrica em si, mas inclui toda forma de energia. (BRASIL, 2013)

Mundialmente a busca por eficiência energética é algo quase natural nos países desenvolvidos e com franca expansão, tendo em vista suas consequências em termos de custos, competitividade e apelos ambientais. No caso brasileiro um dos marcos da conservação de energia foi à criação do PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Conservação de Energia em 1985, criado pelo governo federal via Eletrobrás, que promove o uso eficiente da energia elétrica, combatendo o desperdício e reduzindo os custos e os investimentos setoriais.

Outro marco importante para a instalação de uma política de eficiência energética no Brasil foi provocado por uma crise energética, que no ano 2000 gerou sérias dificuldades no abastecimento de energia elétrica nacional. Tal crise foi denominada popularmente de ‘Apagão’, pois forçou a implantação de ações de limitação de consumo (curto prazo) e ações que promovessem a racionalização do consumo de energia elétrica (longo prazo), sendo esta última genuinamente uma ação de eficiência energética (VIANA, 2012). A principal ação nesse período foi a criação da lei 10.295 (BRASIL, 2001) conhecida popularmente como a lei da eficiência energética. Esta lei estabeleceu a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, criando níveis mínimos de eficiência para máquinas e aparelhos que consomem energia, entre outras coisas.

Felizmente o Brasil possui, por obra da natureza, uma das matrizes energéticas mais sustentáveis do mundo, calcada principalmente na energia hidráulica das bacias hidrográficas, mas é preciso criar mecanismos de racionalização de energia de modo a evitar ou retardar novos empreendimentos com finalidade de geração de energia, reduzindo custos de implantação, operação e os impactos ambientais inerentes.

2.1.2 Diagnóstico Energético e Auditoria Energética

Para a realização de uma gestão energética em uma instalação é indispensável diagnosticar a realidade energética em estudo, por meio de uma auditoria energética, levantando os gargalos energéticos e implementando medidas e projetos visando à redução das perdas de energia e como consequência a melhoria do sistema produtivo. Essas medidas podem ser de caráter preventivo (em instalações novas), ou em caráter corretivo (em instalações existentes). É comum a realização dos diagnósticos corretivos, uma vez que, a eficiência energética não faz parte do cotidiano dos empresários brasileiros.

Primeiramente é realizado um diagnóstico energético prévio, que consiste em levantar os dados gerais da empresa. Logo após, o auditor conhece os processos produtivos da companhia, sendo feito um levantamento de cargas da instalação, o mais específico possível, classificando como e onde é consumida a energia. Em seguida é feito um levantamento de quanto de energia é consumida pelo cliente em estudo num período mínimo de doze meses, nesse momento é avaliado as possíveis sazonalidades que podem ocorrer em uma empresa e a caracterização do consumo. Análise de enquadramento tarifário também podem ser feitas em função das características da instalação e da legislação pertinente. Com o conhecimento do dia a dia do cliente, é feita uma avaliação das perdas de energia dos sistemas que compõem a empresa. Após obter todos os dados, é feito um levantamento das soluções técnicas e econômicas em busca da eficiência energética de cada sistema da companhia, projetando melhorias, simulando cenários e apresentando o custo estimado para a implantação, levando em consideração as características e especificações de cada cliente. Também podem ser consideradas as oportunidades econômicas e de marketing decorrentes da melhoria da gestão energética.

Por fim, é feito um relatório com as recomendações e conclusões, propondo ao cliente as modificações, sejam elas em maquinários e/ou instalações, nos processos produtivos (linha de produção), tarifação e mesmo treinamento de pessoal, tendo em vista que boa parte da eficiência de processos que envolvem pessoas parte das boas práticas e conscientização. Com base no relatório contendo o diagnóstico o gerente ou os responsáveis pela empresa farão a tomada de decisão referente a investimentos ou mesmo pequenas mudanças na rotina da empresa, tais como manutenção, reenquadramento tarifário, treinamento e conscientização.

Segundo Nogueira (1990) o diagnóstico energético passa por seis etapas básicas, que estão sintetizadas na sequência mostrada na figura 2.

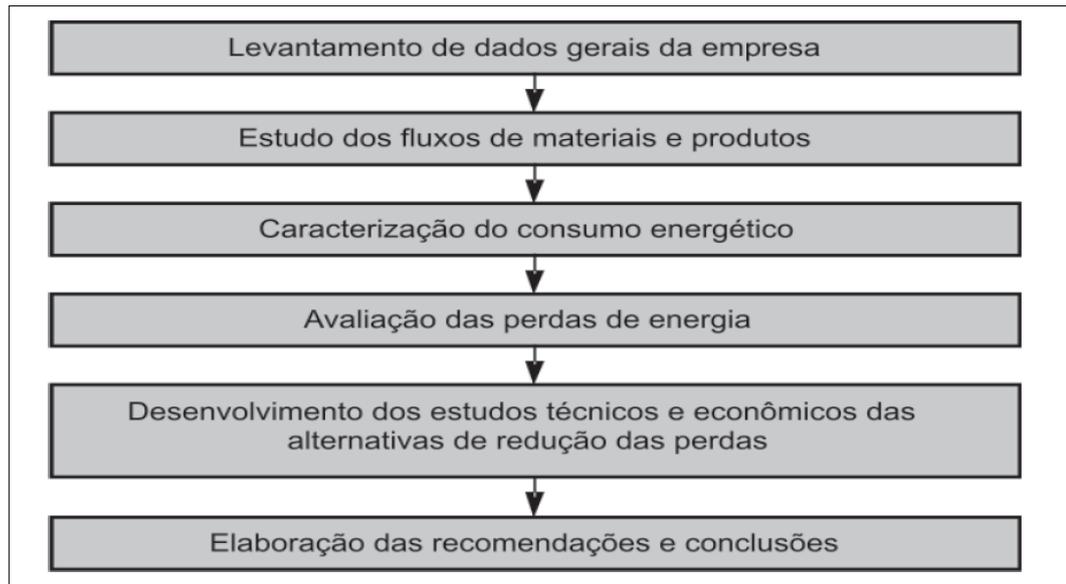


Figura 2: Roteiro para a realização de um diagnóstico energético

Fonte: Nogueira (1990)

2.1.3 Redução de Custos e Competitividade

No mercado atual as organizações buscam maneiras de conseguir vantagens competitivas que as diferencie das demais, gerando crescimento e ganhos de mercado. A eficiência energética é uma das formas encontradas para alcançar tal objetivo, uma vez que, com a implementação de uma política de racionalização dos insumos energéticos, é gerado uma redução dos custos referentes à utilização do mesmo. Tais custos se caracterizam por serem variáveis, ou seja, diretamente proporcional à produtividade ao longo do tempo. Além disso, a política de racionalização influencia diretamente na preservação ambiental, tendo em vista que energia não consumida reduz impactos ambientais quando se considera toda a cadeia de geração e consumo de energia, algo que pode ser explorado em forma de marketing verde pela empresa, atraindo novos consumidores e públicos diferentes. Pode-se explorar índices de controle que indicam as mudanças na taxa de consumo energético por unidade produzida, por exemplo.

A redução de custos provenientes da eficiência energética está diretamente relacionada com a competitividade de uma organização, pois, quando é gerada uma diminuição nos custos, o caixa da empresa ganha folego para investimentos em outras áreas essenciais para seu posicionamento no mercado e para a manutenção e ampliação do público consumidor.

Seguindo essa perspectiva, ELETROBRÁS/PROCEL (2008) lista algumas medidas que podem levar a redução do consumo energético na indústria:

- Apontar, através da coleta de dados de medição e verificação, os setores responsáveis pelo maior consumo de energia na planta, propondo ações de controle e eliminação do desperdício de consumo de energia;
- Identificar as principais áreas de desperdícios de energia;
- Mostrar a importância do planejamento estratégico de produção como ferramenta de redução do desperdício e melhor aproveitamento da energia;
- Propor ações de combate às perdas e ao desperdício;
- Mostrar economia alcançada após a implementação das ações.

2.1.4 Aspectos Ambientais da Eficiência Energética

Ao longo dos últimos anos, tem se observado o crescimento no consumo de energia das mais variáveis formas, muito pelo fato do aumento da população e conseqüentemente o aumento na produção de bens de consumo. O impacto ambiental pode ser definido como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: a saúde, a segurança e o bem-estar da população, as atividades sociais e econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais (BRASIL, 1986).

Partindo dessa ótica, o impacto no meio ambiente associado aos processos de transformação de energia podem ter seus efeitos de magnitude local, regional ou global. Destacam-se os seguintes impactos ambientais: poluição atmosférica, com grande emissão de gases componentes do efeito estufa (CO_2), produção de rejeitos radioativos e poluição visual. Portanto para amenizar esses impactos ambientais, existem grandes investimentos em fontes alternativas para a obtenção de energia, procurando formas de produção energética com o menor impacto ambiental possível. Entretanto, a eficiência energética é uma ferramenta que possui como principal fator a racionalização energética, fazendo com que a energia seja mais bem aproveitada e conseqüentemente reduzindo sua utilização, sendo uma forma muito mais rápida e eficaz de se diminuir os impactos causados no meio ambiente.

O uso ineficiente de energia tanto pelos grandes consumidores (indústrias) quanto pelos pequenos (residenciais), faz com que toda a sociedade do ponto de vista ambiental saia perdendo, principalmente as futuras gerações. Estima-se que no Brasil são desperdiçadas cerca de 50 TWh por ano, esse volume de energia corresponde ao consumo anual do Estado de Pernambuco e do Rio de Janeiro (ABESCO, 2015). Portanto quando falamos de conservação de energia não falamos apenas de redução de custos, mas também na gestão dos recursos naturais (preservação do meio ambiente), na poupança de investimento no setor energético e na preocupação com as futuras gerações, onde se faz necessário a implementação de uma cultura de conservação energética.

2.1.5 Tarifação de Energia Elétrica

No Brasil, a metodologia utilizada para calcular o valor da energia elétrica consumida se diferencia tanto pela concessionária de energia quanto pela cidade na qual o consumidor está inserido. Como a empresa objeto de estudo se localiza na cidade de Governador Valadares – MG, que é atendida pela CEMIG, segundo a Resolução Normativa 414 da ANEEL (2010), o valor cobrado varia segundo a demanda do cliente, sendo dividido em dois grupos de tarifação.

O grupo “A”, com as suas subdivisões, consiste em unidades consumidoras com fornecimento de tensão superior a 2,3kV, ou atendidas a partir de sistema subterrâneo de distribuição em tensão secundária.

O grupo “B”, consiste num composto de unidades consumidoras com fornecimento de tensão inferior a 2,3kV, caracterizado pela tarifa monômnia e sendo apresentados no tabela 1:

Tabela 1: Subgrupos do Grupo de Tarifação B

Subgrupo B1	Residencial
Subgrupo B2	Rural
Subgrupo B3	Demais Classes
Subgrupo B4	Iluminação Pública

Fonte: ANEEL (2016)

Foi tomada como base a forma de cobrança para baixa tensão praticada na cidade pela concessionária, faixa na qual se enquadra a panificadora. Essa faixa de baixa tensão se

caracteriza por possuir uma tarifa única e é destinada aos clientes comerciais e industriais (de pequeno porte), residenciais e rurais.

Na figura 3 é possível verificar o modelo da conta de luz utilizada pela CEMIG (2016):

CEMIG www.cemig.com.br
 Distribuição S.A. Agência Virtual
 Fale com a Cemig 116

Cemig Distribuição S.A. CNPJ: 06.981.193/0001-16 | Ins. Estadual: 062.322136/00877 A | Barbacena, 1200 - 17. andar - Ala A1 - CEP: 50180-191 - Belo Horizonte - MG

SEU NOME SEU ENDEREÇO DE ENTREGA SEU BAIRRO 00000-000 SUA CIDADE, UF SEU CPF	Referente a FEV/2009 Código de Débito Automático 00000000	Nº DO CLIENTE 7000000000
NOTA FISCAL - CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA - SÉRIE U - Nº 000000000 - PTA Nº 00.000000000.00		
Classificação Residencial Bifásico	Medição AEP000000000	Datas de Leitura Anterior: 03/01 Atual: 03/02 Próxima: 03/03
	Datas da Nota Fiscal Emissão: 04/02 Apresentação: 10/02	Nº DA INSTALAÇÃO 3000000000
Informações Técnicas		
Tipo de Medição Energia	Leitura Anterior 41.539	Leitura Atual 41.769
	Constante de Multiplicação 1	Consumo kWh 230

Figura 3: Modelo da conta de luz utilizada pela Cemig Distribuição S.A.

Fonte: CEMIG (2016)

A Aneel homologa a tarifa expressa em R\$/kWh (reais por quilowatt-hora) para cada concessionária energética em vigor no país. Atualmente o valor da tarifa em kWh praticada pela CEMIG é de R\$0,53, tal valor não está sendo levado em conta o acréscimo referente às bandeiras tarifárias que variam no decorrer dos meses, nem os acréscimos que fazem parte da conta de luz como: Taxa de Iluminação Pública, ICMS e Encargo de Capacidade Emergencial (ANEEL, 2016).

No *website* da CEMIG é disponibilizada a metodologia detalhada do cálculo da fatura de energia elétrica, como se pode perceber pela equação 1:

$$X1 = (kWh \times TA) + IP + E \quad (1)$$

Onde:

X1 = Valor total da conta de luz;

kWh = Consumo kWh;

TA = Tarifa homologada pela ANEEL;

IP = Contribuição para Custeio de Iluminação Pública;

E = Encargos como multas e outras cobranças que não fazem parte do cálculo básico.

Segundo a ANEEL (2016) a CEMIG é tarifa de energia mais onerosa do estado de Minas Gerais, superior à própria média do Estado, vide figura 4:

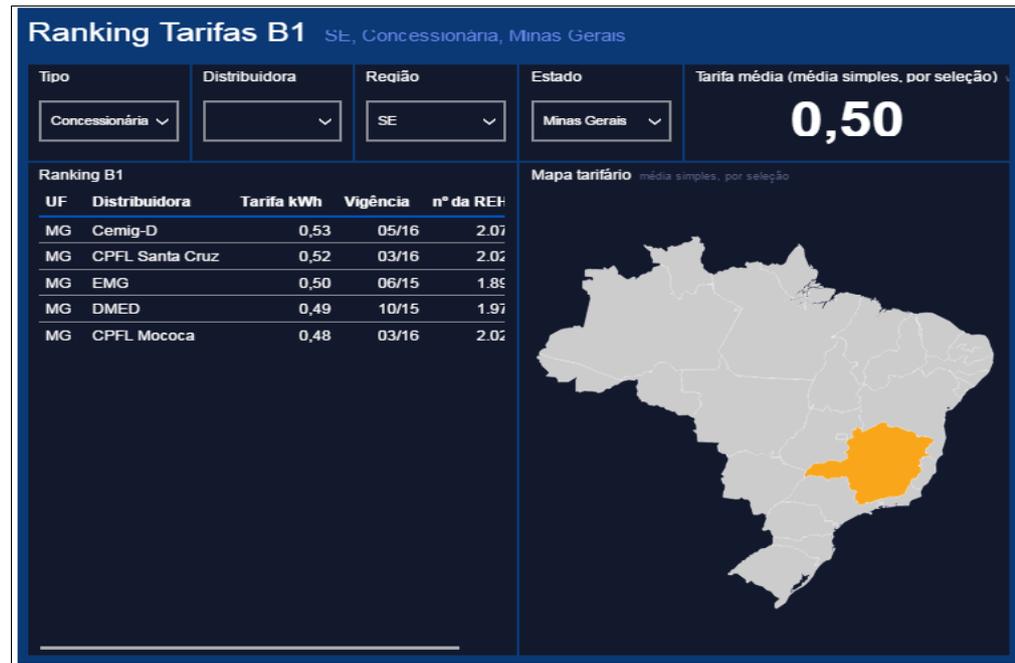


Figura 4: Tarifação sem impostos das concessionárias de energia do Estado de Minas Gerais

Fonte: ANEEL (2016)

Segundo PROCEL (2006) para o cálculo do consumo médio de energia (kWh) por equipamento de acordo com seu hábito de uso é necessário uso da equação 2:

$$CM = \frac{P \times T \times D}{1000} \quad (2)$$

Onde:

CM = Consumo Médio de Energia (kWh);

P = Potência do Equipamento (W);

T = Número de horas utilizadas (h);

D = Número de Dias Utilizados.

Logo, para encontrar o consumo em reais é necessário multiplicar o consumo médio pelo valor da tarifa cobrada pela concessionária local. Vale ressaltar que isto é uma estimativa, pois existem equipamentos que “Ligam e desligam” periodicamente influenciando diretamente no consumo (PROCEL, 2006). O consumo real só pode ser obtido com o levantamento da curva de consumo mediante utilização de Wattímetro, o que nem sempre é possível, seja por questões técnicas e/ou econômicas.

2.2 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO SETOR DE PANIFICAÇÃO – PANORAMA BRASILEIRO

A indústria panificadora brasileira tem se tornado um dos maiores segmentos industriais do país ao longo dos últimos anos. Sua participação na indústria de produtos alimentares é de 36,2%, já na indústria de transformação, seu percentual é de 7%. O setor é composto atualmente por 63,2 mil empresas registradas, nas quais 60 mil são micro e pequenas empresas. Conforme a figura 5, em 2015, foi gerado um faturamento de R\$84,7 bilhões, e um crescimento de 2,7% em comparação ao ano anterior. Além disso, o setor é responsável pela geração de 818 mil empregos diretos e 1,8 milhão de forma indireta (ABIP, 2015).

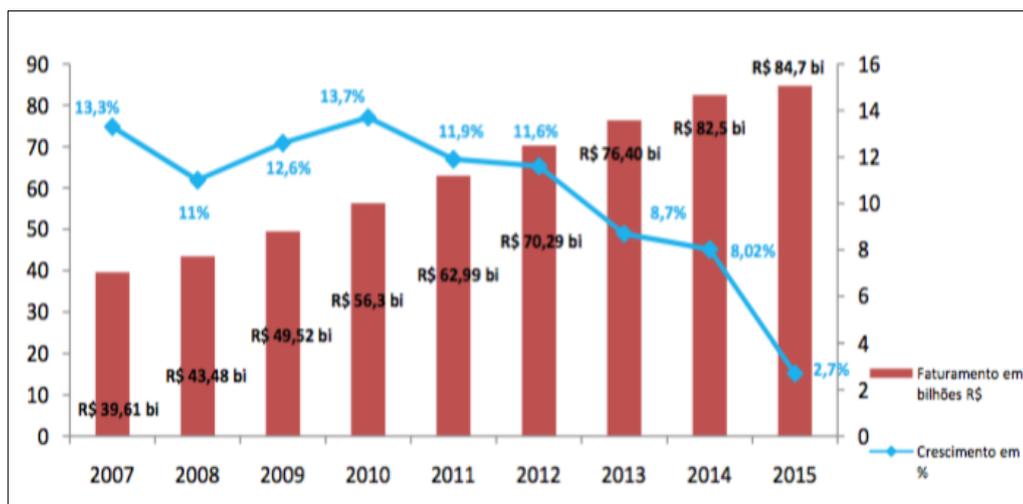


Figura 5: Evolução no faturamento e do crescimento setor nos últimos anos

Fonte: ABIP (2015)

O aumento do faturamento do setor está vinculado ao grande número de padarias nas cidades, que se modernizam criando áreas para café, lanchonete e almoço, procurando suprir e satisfazer todas as necessidades dos clientes. Além disso, grande parte dos produtos fornecidos pelos estabelecimentos são acessíveis, atingindo todas as classes sociais que culturalmente consomem insumos das panificadoras. Por exemplo, o consumo de pães tem aumentado entre os brasileiros chegando a 33,61 kg de pães/ano, colocando o país em quarto lugar na América Latina (ABIP, 2009).

A região Sudeste possui 27.176 estabelecimentos registrados do país, correspondendo a 43% do montante das padarias nacionais. No que tange o estado de Minas Gerais existem 5.456 estabelecimentos, se tornando o quarto estado com maior número de padarias (ABIP, 2009).

Como citado anteriormente, as panificadoras estão se modernizando e se tornando diversificadas, com novos produtos e serviços, além do tradicional pão francês, portanto os estabelecimentos podem ser divididos em departamentos. Sendo assim, o departamento de produção própria é responsável por 58,3% do faturamento total do setor (R\$ 49,47 bilhões), demonstrando que a produtividade própria é o alicerce do setor (ABIP; SEBRAE, 2009).

A competitividade e mesmo sustentabilidade de um negócio, entre eles o ramo de panificação, depende muito da capacidade de identificação de pontos fortes e fracos do empreendimento. Para os pontos fortes cabem à expansão e manutenção, e aos pontos fracos a análise crítica e proposta de soluções sob medida e factíveis, dentro de um prazo de superação. Segundo Albuquerque *et al.* (2009) os pontos fracos do setor de panificação são: uso de fontes energéticas não renováveis, limpa e economicamente viáveis; pouco uso de tecnologias ambientalmente viáveis tipo *end of pipe*; uso excessivo de embalagem e perda de alimentos tendo em vista curto prazo de validade; não regularidade da manutenção preventiva nos equipamentos e existência em certos casos de instalações elétricas inadequadas; uso de lâmpadas incandescentes; baixa conscientização de economia de água e energia pelos empregados e alto consumo energético decorrente de áreas que necessitam de iluminação artificial durante o dia. Vale ressaltar que dentre os pontos fracos apresentados, sete deles envolvem direta ou indiretamente a eficiência energética. Logo conclui-se que é indispensável tanto no ponto de vista ambiental quanto no ponto de vista competitivo a preocupação com o uso racional das fontes energéticas.

2.2.1 Fontes Energéticas da Indústria de Panificação

No setor de panificação, os insumos energéticos utilizados são: energia elétrica, Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) e lenha. Segundo SEBRAE (2008) a energia elétrica é o insumo mais utilizado nos processos produtivos e se caracteriza por não poluir o meio ambiente, além disso, é responsável por 84% do consumo energético das padarias. Isso se deve ao fato de que a partir da década de 50, o governo federal investiu no parque gerador de energia elétrica com o intuito de diminuir o consumo de outras fontes energéticas mais onerosas no momento. Devido a isto, grandes partes dos equipamentos do setor industrial passaram a utilizar a energia elétrica ao invés de lenha, GLP, carvão, entre outras fontes.

Não obstante, o setor de panificação modificou seu maquinário seguindo essa tendência. Entretanto, com o intuito de diversificar sua fonte energética nos fornos, as padarias utilizam o GLP, que se caracteriza pelo baixo custo, porém, por ser uma fonte não renovável e poluidora (Petróleo), emitindo CO₂ para a atmosfera, contribuindo para o agravamento do chamado efeito estufa. O GLP é responsável por cerca de 14% do consumo energético nas padarias.

O uso de lenha como elemento combustível para os fornos de padaria tem sofrido drástica diminuição ao longo do tempo devido aos problemas ambientais, como o desmatamento, a geração de fumaça (liberação de CO₂ e problemas de saúde) e ainda a disponibilidade de lenha de reflorestamento. Contudo, algumas padarias possuem condições locais que as impelem para o uso da lenha, fazendo com que esse insumo seja utilizado como fonte de energia e responsável por 2% do total da energia consumida.

Como o consumo de energia elétrica corresponde a 84% do consumo total de energia, sua redução será o principal foco dessa pesquisa. O gasto médio mensal com energia em padarias de pequeno porte é de R\$ 2.241,91. Já o gasto médio mensal em padarias de médio porte é de R\$ 6.765,00, enquanto as consideradas de grande porte gastam acima de R\$ 11.000,00 ao mês (ABIP, 2013). O Instituto Tecnológico da Panificação e Confeitaria ITPC/ABIP (2013) afirma que os gastos com energia elétrica impactam diretamente no valor dos produtos e conseqüentemente nos custos de uma panificadora, sendo que, o consumo energético se enquadra no quarto maior custo, vide figura 6:

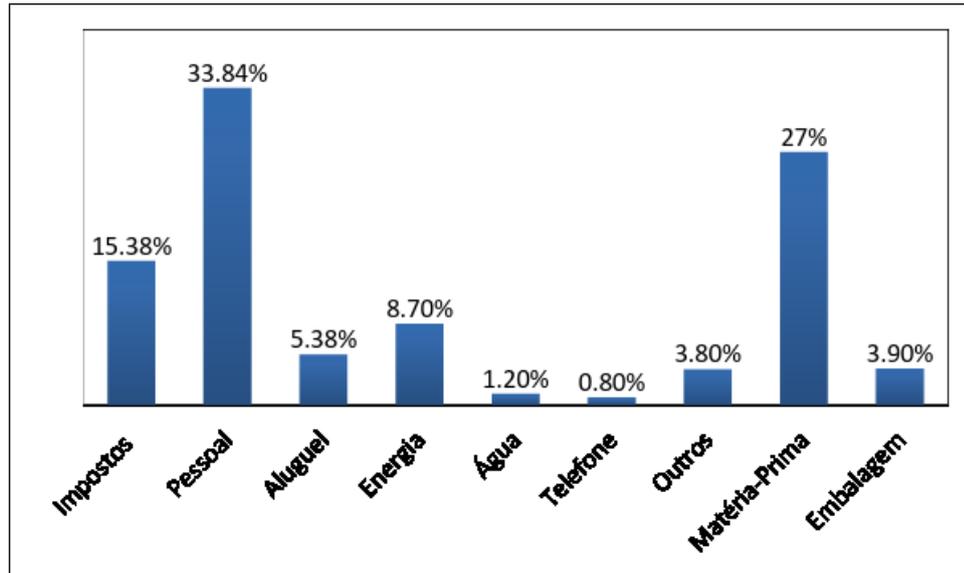


Figura 6: Composição média dos custos em uma padaria
Fonte: ABIP (2013)

Segundo estudos da ABIP voltados para a questão energética, os dois maiores consumos de energia dizem respeito à refrigeração e ao uso de fornos. A figura 7 ilustra a distribuição dos consumos médios de energia no setor de panificação. Importante ressaltar que essa é uma estimativa e que cada panificadora possui suas próprias características e especificações, que podem ser levantadas localmente via diagnóstico energético.

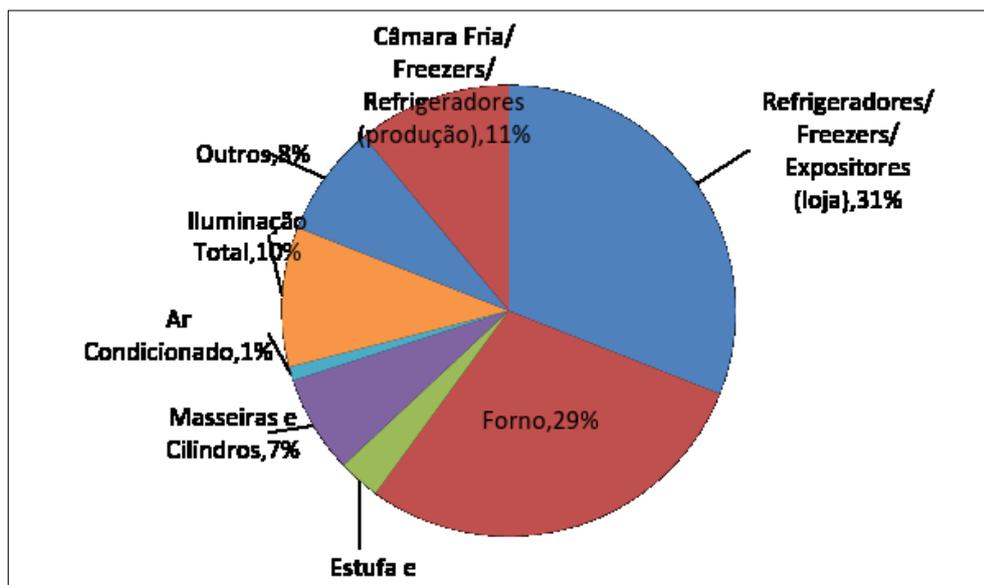


Figura 7: Distribuição estatística do consumo energético de uma panificadora
Fonte: ABIP (2013)

Através da distribuição mostrada na figura 7, pode-se perceber que o consumo de energia elétrica atrelado a refrigeração corresponde em média a 42% do total, sendo subdividido em refrigeração de exposição para os consumidores (31%) e refrigeração para a produção (11%), os fornos são responsáveis por cerca de 29% do consumo energético. O consumo de energia ligado ao sistema de iluminação tem consumo menor, mas também merece destaque, pois seu consumo é em média de 10% e existem várias alternativas consolidadas que podem melhorar esse desempenho. Portanto o presente trabalho irá focar nesses três segmentos apresentados, que se destacam por serem os que possuem o maior consumo energético nas panificadoras e que tem maior potencial de atuação das ações mitigadoras.

2.2.2 Sistema de Refrigeração

O sistema de refrigeração para produção de alimentos é indispensável. Como grande parte dos alimentos e bebidas não se conservam em temperatura ambiente, pois são perecíveis, é necessário colocá-los em baixas temperaturas visando uma correta conservação, ou seja, perdas de alimentos (desperdício) por má conservação não são viáveis, pois é capital investido pela empresa.

Em panificadoras, como foi citado na seção 1.2.1 anterior, cerca de 42% da energia elétrica total gasta provém de sistemas de refrigeração, onde 11% em equipamentos relacionados com a produção e 31% com a exposição de produtos para os clientes no setor de vendas. Os equipamentos de refrigeração e congelamento precisam estar em conformidade com o tipo de alimento a ser armazenado, respeitar a capacidade máxima de armazenamento e devem estar distantes de áreas de aquecimento (fornos), pois o calor excessivo compromete os motores dos equipamentos.

Para alcançar a eficiência energética desses equipamentos onde o comportamento real se aproxima do ideal é necessário instituir boas práticas no processo de refrigeração, segundo (ELETROBRAS; PROCEL, 2008) essas práticas são as seguintes:

- As portas dos freezers, geladeiras e câmaras frias devem permanecer fechadas, e ser abertas o menor número de vezes e pelo menor tempo possível;
- Evitar formação de gelo sobre os evaporadores, para facilitar a circulação de ar;

- Manter superfícies de transferência de calor limpas, para otimizar a transferência de calor nos evaporadores e condensadores;
- Não instalar condensadores em locais sujeitos a radiação solar direta, para diminuir a temperatura de condensação;
- Manter os compressores operando próximos das condições normais de utilização;
- Utilizar isolamento eficiente nas tubulações e nas portas;
- Nas câmaras frias, instalar cortinas plásticas (PVC) ou cortinas de ar na porta da câmara frigorífica, para reduzir o ganho de calor por infiltração de ar;
- Otimizar os ciclos de degelo, para evitar a redução da temperatura de evaporação por troca deficiente de calor e evitar ciclo de degelo prolongado.

2.2.3 Sistema de Cocção

Os fornos alimentícios são equipamentos construídos em forma de câmara, cujo interior é aquecido com matérias combustíveis e que destinam cozer uma gama variável de alimentos. Em panificadoras são considerados indispensáveis para realizar o processo de transformação de matéria prima em produto final. Entretanto, os fornos se caracterizam por serem grandes consumidores de materiais combustíveis que impactam tanto na conservação da energia e seus custos envolvidos quanto na preservação ambiental. Portanto a utilização eficiente da energia térmica em fornos promove além da redução de custos e do desperdício de energia, a diminuição do impacto ambiental proveniente do seu uso.

No tocante a utilização eficiente da energia térmica, é preciso que haja um planejamento correto da produção para evitar fornadas ociosas e utilizar a capacidade máxima permitida pelo forno, ademais, as empresas de panificação devem possuir fornos corretamente dimensionados, segundo a produtividade e o perfil da empresa, sendo adquiridos de empresas que seguem as normas da ABNT e do INMETRO. Visando a eficiência energética nos fornos é necessário evitar a utilização de fornos antigos, pois possuem um maior gasto de energia e uma maior probabilidade de apresentar falhas, devido ao desgaste de componentes (FOGLIATTO, 2009).

A escolha correta do tipo de forno, aliado a um programa de manutenção periódica, evitando apenas a usual manutenção corretiva é muito importante visando à eficiência energética e a qualidade dos produtos (SEBRAE, 2011).

Segundo SEBRAE (2011) os desperdícios dos fornos de panificação são de diversas origens:

- Utilização inadequada de câmaras, às vezes maiores e acima da necessidade das fornadas;
- Abertura de fornos após fornadas (falta de planejamento da produção), com perda de calor e vapor;
- Utilização de todas as câmaras disponíveis com pequeno número de assadeiras;
- Resistências expostas nos fornos, que sofrem resfriamento intenso a cada abertura do forno;
- Resistências sem manutenção, gerando um aquecimento desigual no interior da câmara e resultam num forneamento superior ao normal.

No Brasil são difundidos dois modelos de forno, o forno a lastro e o forno turbo. O forno de lastro possui o formato de uma câmara comum com comportas, recebendo apenas uma única camada de produto por lastro, sua principal característica é a transferência do calor de baixo para cima (chamado efeito lastro). É indicado para a produção de pães, salgados e pizzas e produtos de confeitaria. O forno turbo abrange várias camadas de pães, numa única câmara, e assa por convecção, onde o calor é circulado mecanicamente por ventoinhas localizadas no fundo do forno. É indicado especialmente na produção de pães de sal. Esses dois tipos de fornos podem ser alimentados por lenha, gás GLP e eletricidade, cada um com suas características, vantagens e desvantagens, podendo ser observados através da figura 8.



Figura 8: (a) Forno a Lastro e (b) Forno Turbo
Fonte: (a) Perfecta (2015) (b) Progás (2013)

2.2.3.1 Fornos a Lenha

Esse tipo de forno utiliza a combustão de madeira como fonte de energia térmica para o cozimento dos produtos. Possui como vantagens a lenha ser um produto renovável e possuir um custo de funcionamento menor comparado ao elétrico e de gás GLP, pois a madeira pode ser adquirida de restos de empresas moveleiras e de materiais de construção com preços reduzidos.

As desvantagens desse tipo de forno é o grande espaço necessário para o estoque de lenha, além da necessidade constante de mão obra, seja para a operação do forno quanto para a limpeza. A poluição é alta e a fumaça resultante da queima da lenha contém fuligem, monóxido de carbono (CO), componente formador do efeito estufa, e outros componentes orgânicos que causam efeitos sobre a saúde humana em indivíduos constantemente expostos (funcionários): Dores de cabeça, agravamento de doenças respiratórias, circulatórias, cardiovasculares, irritação nos olhos, nariz, garganta e diminuição da capacidade pulmonar (CPRH, 2009).

2.2.3.1 Fornos a Gás

Amplamente utilizado em padarias, esse tipo de forno funciona através da combustão do gás GLP, criando um fluxo de ar quente que se desloca no interior do forno, fazendo com que o calor seja distribuído, aquecendo os alimentos. Os modelos possuem painel de controle auxiliando o usuário nos controles dos processos produtivos. Possui como vantagens ter como combustível o gás GLP que é menos oneroso se comparado com os custos de energia elétrica por um forno elétrico, possui um menor consumo de energia elétrica e se aquece e se esfria mais rapidamente (SEBRAE, 2011).

Os pontos negativos deste tipo de fornos estão na não distribuição do calor igualmente por todo o forno, no controle de temperatura não ser tão preciso se comparado ao forno elétrico, na necessidade da conexão com a rede de gás ou botijão, na existência de risco de vazamento de gás por falta de manutenção e por necessitar de pré-aquecimento há um gasto de gás.

2.2.3.3 Fornos Elétricos

Modelo de forno mais difundido nas padarias, segundo a ABNT (2011), o forno elétrico está presente em mais de 70% das panificadoras, sendo responsável por 25% do consumo energético em uma padaria. Já segundo a ABIP (2013), o forno elétrico consome, em média, 50% da energia elétrica gasta na padaria, podendo chegar a 70%. Esse levantamento demonstra que os fornos elétricos são considerados o principal gargalo no ponto de vista energético. Visando a eficiência energética, em 2012 o INMETRO publicou através da portaria n 446 o Regulamento Técnico da Qualidade para Fornos Elétricos Comerciais, sendo estabelecido um programa de etiquetagem para esses produtos, assim como acontece em refrigeradores, televisores e aparelhos de ar condicionado. Além disso, foi atribuído que a partir desta normativa os fornos nacionais e importados deverão possuir um valor de potência inferior a 20kW, visando não apenas a eficiência energética das panificadoras, mas também um menor custo de produção dos produtos.

O funcionamento dos fornos elétricos é através da energia elétrica que flui sobre as resistências de aquecimento, gerando o calor usado para executar o aquecimento dos produtos. São tão difundidos devido ao seu fornecimento contínuo de calor que gera uma uniformidade de aquecimento, possuem um melhor controle de temperatura por utilizar apenas a energia elétrica como insumo, seu pagamento é apenas após sua utilização, o que gera um “fôlego” ao proprietário e, por fim, não detêm a necessidade de possuir estoque, que gera despesas para o seu mantimento (BOWERSOX, *et al.* 2013). Entretanto, os fornos elétricos possuem algumas desvantagens. Além do alto consumo energético já citado, o forno precisa de uma quantidade maior de tempo para aquecimento e esfriamento, e é mais caro que os fornos a gás.

2.2.4 Sistema de Iluminação

A iluminação é indispensável e insubstituível para a realização de qualquer tipo de trabalho, além disso, grande parte da percepção de mundo é baseado no que é visto. Em ambientes mal iluminados, o risco de fadiga é maior, afetando diretamente a produtividade dos colaboradores. Para o sucesso de um projeto de eficiência e uso racional de energia para reduzir os custos é necessário atender as necessidades de iluminação, e criar boas maneiras de uso. Como a percepção de ambientes iluminados é subjetiva, se faz necessário considerar a norma NBR 5413, que trata da qualidade da iluminação dos ambientes. Em geral, o sistema

de iluminação é projetado para a pior situação, ou seja, normalmente para períodos noturnos. Entretanto, quando a norma não é seguida, o ambiente está sujeito há uma iluminação desnecessária o que gera conseqüentemente um maior consumo (EMPALUX, 2015).

Alguns conceitos luminotécnicos são apresentados visando um maior entendimento das etapas necessárias para alcançar a eficiência energética no sistema de iluminação.

- Intensidade Luminosa: É a quantidade de luz emitida por uma fonte luminosa em uma determinada direção.
- Fluxo Luminoso: É a quantidade de luz emitida por uma lâmpada em todas as direções.
- Iluminância: É o fluxo luminoso que incide em uma área, ou seja, a quantidade de luz que chega a um ponto, sendo medido em lux.

Através da figura 9 são exemplificados os conceitos apresentados anteriormente.

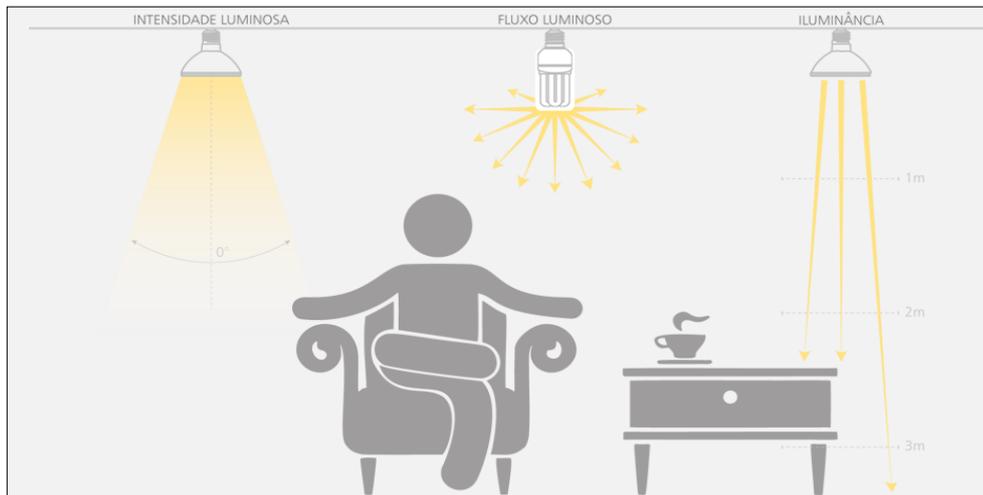


Figura 9: Exemplificação da intensidade luminosa, fluxo luminoso e iluminância
Fonte: Empalux (2015)

2.2.4.1 Iluminação Natural

A iluminação natural é o ponto inicial para as empresas que buscam a eficiência energética. A luz natural sendo utilizada da maneira correta, levando em consideração o grau de iluminamento e o conforto térmico, se torna uma ferramenta amplamente utilizada pelos empresários visando à redução dos custos com iluminação, ainda mais em empresas que possuem o funcionamento diurno. Além disso, o Brasil possui características favoráveis a respeito da incidência de luz solar.

2.2.4.2 Iluminação Artificial

A iluminação artificial é responsável por uma parcela significativa do consumo de energia em uma empresa. Como podemos perceber no item 1.2.1, os custos com iluminação em panificadoras equivalem em média a 10% do gasto total com energia. Assim como máquinas e equipamentos, um sistema de iluminação artificial é um instrumento de trabalho, no qual bem dimensionado eleva a qualidade do trabalho e cria bons parâmetros ergonômicos para o trabalhador, sem exceder o consumo de energia necessário. Logo, se faz necessário o desenvolvimento de um sistema de iluminação, para cada atividade, compatível com os requisitos dispostos na Norma Brasileira NBR – 5413 vide tabela 2.

Tabela 2: Iluminância por classe de tarefas visuais

Classe	Iluminância (lux)	Tipo de atividade
A Iluminação geral para áreas usadas interruptamente 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, auditório.
B Iluminação 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 Iluminação 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: NBR – 5413 (1992)

Para selecionar a iluminância correta (específica) dentre as três estabelecidas na tabela 2 é necessário utilizar uma tabela complementar presente na norma, onde são atribuídos pesos a três variáveis que influenciam na necessidade de iluminação vide tabela 3.

Tabela 3: Fatores determinantes da iluminância adequada

Característica da tarefa e do observador	Peso		
	-1	0	1
Idade	Inferior a 40 anos	40 a 55 anos	Superior a 55 anos
Velocidade e precisão	Sem importância	Importante	Crítica
Refletância do fundo da tarefa	Superior a 70%	30 a 70%	Inferior a 30%

Fonte: NBR – 5413 (1992)

O procedimento para análise da tabela 3 está disposto a seguir:

- Analisar cada característica para determinar o seu peso (-1,0 ou +1);
- Somar os três valores encontrados, algebricamente, considerando o sinal;
- Usar a iluminância inferior do grupo, quando o valor total for igual a -2 ou -3; a iluminância superior, quando a soma for +2 ou +3; e iluminância média, nos outros casos.

Ainda de acordo com a norma NBR-5413 estão indicados os índices de iluminância necessários para empresas panificadoras, vide a tabela 4:

Tabela 4: Iluminância necessária em padarias por ambiente

Ambientes	Iluminância (lux)
Salas de mistura	150-200-300
Porta-massa (iluminação vertical)	100-150-200
Sala de fermentação	100-150-200
Sala de preparação	150-200-300
Espaço de forno	150-200-300
Decoração de moldagem	200-300-500
Sala de Embalagem	150-200-300

Fonte: NBR – 5413 (1992)

No tocante relacionado aos sistemas de luminárias, visando um maior aproveitamento da luz natural nos ambientes e conseqüentemente uma redução no consumo de energia em edificações, é necessário possuir um controle instalado para o acionamento independente da fileira de luminárias mais próxima à abertura da luz natural para que o seu acionamento seja feito apenas nos momentos necessários. Com observância das normas e correto

dimensionamento, é possível explorar o uso de iluminação natural e diminuir a densidade de potência de iluminação, levando a uma economia de energia.

2.2.4.3 Equipamentos de Iluminação

Para alcançar a eficiência energética em sistemas de iluminação, é necessário além de um dimensionamento correto o conhecimento das fontes de iluminação que possuem o menor consumo de energia. Sabe-se que no Brasil existe uma grande variedade de equipamentos de iluminação. Visando a eficiência energética e a necessidade de economia de energia, o Governo Brasileiro estipulou através da portaria N 1.007, de 31 de dezembro de 2012, o fim da produção e importação das lâmpadas incandescentes. Esse processo foi gradativo e em 2016 todos os modelos deste tipo de lâmpada saíram do mercado. Essa foi uma boa atitude do Governo visando à eficiência energética nacional, uma vez que, grande parte da população fazia uso desse tipo de lâmpada apenas visando o preço de compra e não o valor gasto de energia em seu funcionamento, além do menor tempo de vida.

Para analisar a eficiência energética nesses equipamentos é necessário conhecer o consumo de energia e a luminosidade promovida com determinada potência fornecida ao equipamento, levando a um parâmetro de eficiência, calculado pela razão de lúmens por Watt (lm/w). Quanto maior essa razão, maior a eficiência luminosa do equipamento. A figura 10 demonstra a eficiência energética alcançada por cada tipo de lâmpada, onde a tonalidade clara diz respeito à quantidade máxima de lúmens por Watt e a escura a quantidade média de lúmens por Watt em cada tipo de lâmpada disponível no mercado.

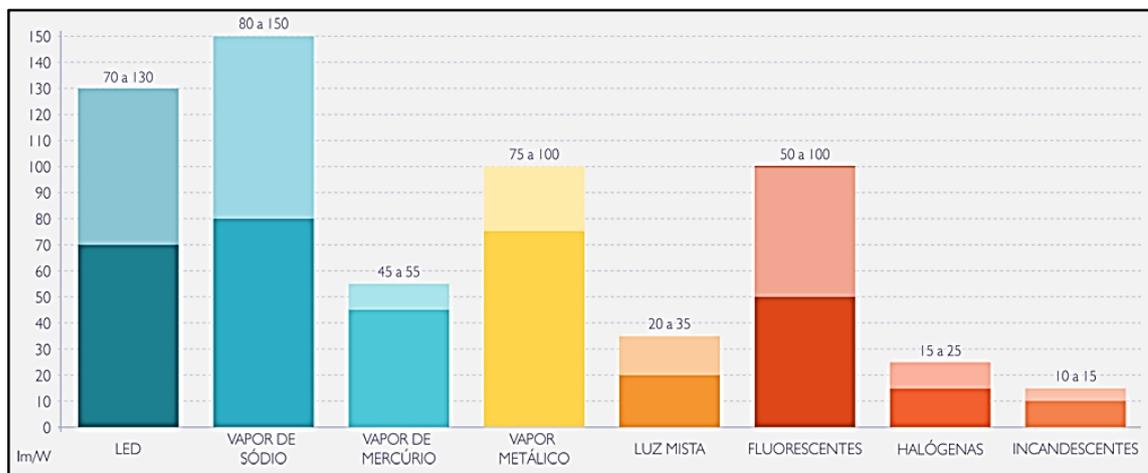


Figura 10: Quantidade de Lúmens por Watts de cada modelo de lâmpada

Fonte: Empalux (2015)

Outro fator indispensável na análise do tipo de lâmpada é a expectativa de sua durabilidade ou vida útil. É importante ressaltar que o término da vida útil de uma fonte luminosa ocorre quando a mesma atinge 70% do fluxo luminoso (EMPALUX, 2015). A figura 11 demonstra, pela tonalidade escura o tempo médio de vida útil de cada tipo de lâmpada e na tonalidade clara o respectivo tempo máximo de sua vida útil:

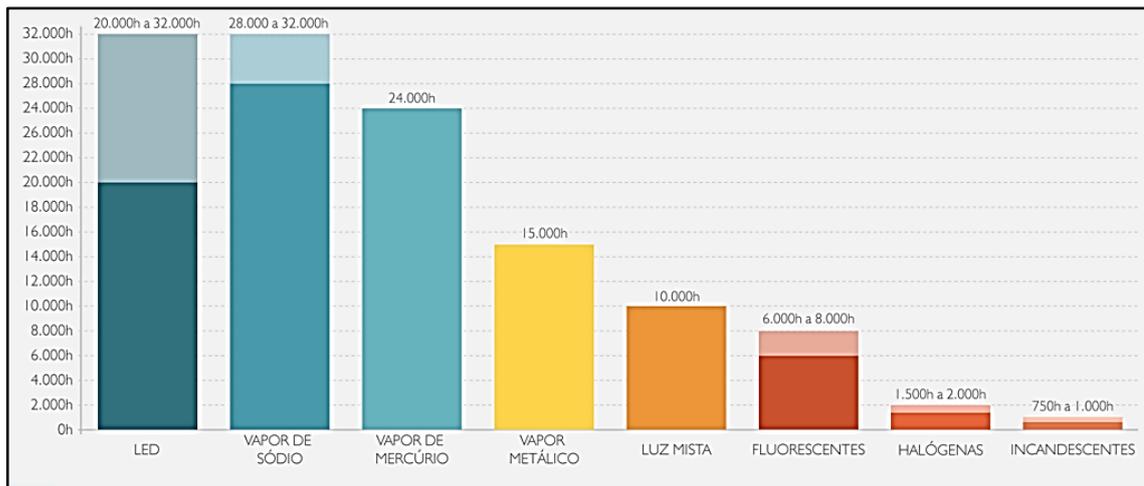


Figura 11: Tempo de vida útil dos modelos de lâmpadas
Fonte: Empalux (2015)

Portanto, para se alcançar a eficiência energética na escolha da fonte luminosa, é necessário analisar o tempo de vida útil e o fluxo luminoso pela potência consumida. Nestes aspectos destacam-se como alternativas a tecnologia LED, vapor de sódio e vapor de mercúrio.

2.2.4.4 Cálculo de Iluminação

Para avaliar a eficiência energética em ambientes iluminados, é preciso verificar a densidade de potência de iluminação medida em Watts por metro quadrado (W/m^2), em conjunto com a iluminância necessária para cada local (OSRAM, 2011).

Para o cálculo do valor da potência total instalada (P_t), é necessário, primeiramente, calcular a potência total instalada, podendo ser encontrada pela equação 3.

$$P_t = \frac{N \times W}{1000} \quad (3)$$

Onde:

Pt: Potência total instalada (kW);

N: Quantidade de Equipamentos Utilizados;

W: Potência Consumida pelo Conjunto Lâmpada + Acessórios (W).

Logo após é realizado o cálculo da densidade de potência (D), que é a potência total instalada em Watt para cada metro quadrado de área, podendo ser calculada pela equação 4.

$$D = \frac{Pt \times 1000}{A} \quad (4)$$

Onde:

D: Densidade de potência (W/m²);

Pt : Potência Total Instalada (kW);

A: Metro Quadrado de Área (m²).

O cálculo da Iluminância determina o fluxo luminoso em uma determinada área, sendo calculado da seguinte maneira:

Primeiro é necessário obter o índice local (K) para a determinação do fator de utilização (U), determinado pela equação 5.

$$K = \frac{C \times L}{H \times (C + L)} \quad (5)$$

Onde:

K: Índice Local;

H: Altura entre o plano de trabalho e a luminária (m);

C: Comprimento do Ambiente (m);

L: Largura do Ambiente (m).

Para o cálculo do fator de utilização (U), é necessário conhecer as refletâncias do teto, paredes e piso dispostos na tabela 5, atrelado ao índice local (K), encontrado pela tabela 6. Esse fator pode ser obtido também através dos catálogos dos fabricantes.

Tabela 5: Nível de refletância

Superfície	Refletância
Muito Clara	70%
Clara	50%
Média	30%
Escura	10%
Preta	0%

Fonte: PROCEL (2002)

Tabela 6: Fator de utilização

Teto(%)	70			50			30		0
Parede(%)	50	30	10	50	30	10	30	10	0
Piso(%)	10			10			10		0
K	Fator de Utilização – (x 0,01)								
0,60	40	35	32	40	35	32	35	32	30
0,80	48	43	39	47	42	39	42	39	37
1,00	53	49	45	52	48	45	48	45	43
1,25	58	54	51	57	53	50	53	50	48
1,50	62	58	55	61	57	54	56	54	52
2,00	67	64	61	66	63	61	62	60	58
2,50	70	68	65	69	66	64	65	64	62
3,00	72	70	68	71	69	67	68	66	64
4,00	75	73	71	73	72	70	70	69	67
5,00	76	74	73	75	73	72	72	71	69

Fonte: PROCEL (2002)

Por fim, para o cálculo do fluxo luminoso total (iluminância), equação 6, é necessário encontrar o coeficiente de manutenção (m) que é determinado pela limpeza do ambiente e pelo tempo entre cada manutenção, podendo ser adotado um valor médio de 0,8.

$$\Phi = \frac{E \times A}{U \times 0,8} \quad (6)$$

Onde:

Φ = Fluxo Luminoso Total (lux);

E = Iluminância Mínima recomendada pela NBR 5413;

A = Área a Ser Iluminada com a Iluminância E (m);

U = Fator de Utilização

Quando se trata de eficiência energética em ambientes de iluminação é indispensável levar em consideração se o nível de iluminância atende à norma NBR 5413 e que a instalação esteja consumindo a menor quantidade de energia possível (W/m^2). Essa situação é estimada através do cálculo da densidade de potência relativa (Dr), equação 7, que é a densidade de potência total instalada para cada 100 lux (OSRAM, 2011):

$$Dr = \frac{(D \times 100)}{E} \quad (7)$$

Onde:

Dr = Densidade de Potência Relativa (W/m^2 p/ 100 lux);

D : Densidade de potência (W/m^2);

E = Iluminância total do local.

2.3 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE PROJETOS

A redução dos custos com energia elétrica pode requerer um investimento inicial no que tange à troca dos equipamentos, manutenção e/ou reformas para adequações. Logo é importante uma análise financeira dos produtos a serem adquiridos utilizando os métodos de avaliação dispostos ao longo dessa seção, para respaldar a viabilidade do projeto e garantir o devido retorno financeiro. Dessa forma garante-se a continuidade do empreendimento com mais eficiência energética, financeira e menos impactos ambientais.

2.3.1 Período de Recuperação do Capital Simples – *Payback* Simples

O prazo para a recuperação do capital simples é um indicador voltado para o cálculo do tempo que o investidor precisa para recuperar o capital investido através da realização do projeto. Quanto menor o *payback* maior a liquidez e menor o risco envolvido. Entretanto é falha por não considerar a taxa de juros aplicada sobre o dinheiro (BARROS *et al.*, 2016). Para o cálculo do *payback* seguimos a equação 8:

$$Pbs = \frac{Invest. Inicial}{Ganho no Período} \quad (8)$$

Onde temos:

$Pbs = Payback$ Simples;

Invest. Inicial = Investimento Orçado Inicialmente;

Ganho no Período = Retorno Financeiro Mensal ou Anual.

2.3.2 Valor Presente Líquido (VPL)

O valor presente líquido é calculado para determinar o valor presente de pagamentos futuros descontados a uma taxa de juros definida, menos o custo do investimento inicial (BARROS *et al.*, 2016). Caracteriza-se por ser um método mais rigoroso que o *payback*. O cálculo do valor presente líquido para a avaliação da atratividade de um investimento é definido pela equação 9 a seguir:

$$VPL = -Civ + \sum_{t=1}^T \frac{FCt}{(1+i)^t} \quad (9)$$

Em que:

VPL: Valor Presente Líquido;

Civ = Custo do Investimento;

FC = Fluxo de Caixa no Período t ;

t = Número do Período em que Foi Determinado o Fluxo de Caixa;

i = Taxa de Juros (Custo de Oportunidade).

2.3.3 Taxa Interna de Retorno (TIR)

O cálculo da taxa interna de retorno é similar ao cálculo do VPL, diferindo-se por não considerar a taxa de juros, com o resultado o valor financeiro em unidade monetária. Portanto, no TIR, o que seria um valor monetário é o valor zero e o que seria a taxa de juros no cálculo do VPL é justamente o resultado do cálculo. Desta maneira o investidor avalia se o dinheiro

trará mais retorno se aplicado no projeto ou se mantido em uma aplicação financeira (BARROS *et al.*, 2016). Para o cálculo do TIR seguimos a equação 10 a seguir:

$$0 = -Civ + \sum_{t=1}^T \frac{FCt}{(1 + TIR)^t} \quad (10)$$

Em que:

TIR = Taxa Interna de Retorno;

Civ = Custo do Investimento;

FC = Fluxo de Caixa no Período t;

t = Número do Período em que Foi Determinado o Fluxo de Caixa.

2.4 ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

A Engenharia de Produção se caracteriza por ser um ramo de formação que possui como uma de suas principais características a multidisciplinaridade, sendo assim são identificadas grandes áreas do conhecimento inerentes para a formação de um engenheiro de produção. A ABEPRO (2008) lista as dez grandes áreas que fazem parte da matriz curricular de um curso de graduação em Engenharia de Produção. Dentre essas áreas, o presente trabalho está inserido no contexto da Engenharia da Sustentabilidade, que tem como um dos objetivos o planejamento da utilização eficiente dos recursos naturais nos sistemas produtivos.

A Engenharia da Sustentabilidade é a grande área de conhecimento deste trabalho, pois o mesmo visa propor melhorias no uso eficiente da energia em um estabelecimento, além disso, a Engenharia da Sustentabilidade é subdividida em sete subáreas que serão listadas a seguir:

- Gestão Ambiental
- Sistemas de Gestão Ambiental e Certificação
- Gestão de Recursos Naturais e Energéticos
- Gestão de Efluentes e Resíduos Industriais
- Produção mais Limpa e Eco eficiência
- Responsabilidade Social

- Desenvolvimento Sustentável

Dentre essas subáreas, a Gestão de Recursos Naturais e Energéticos é a subárea de conhecimento deste trabalho, que possui como uma de suas características gerar o melhor aproveitamento dos recursos naturais e energéticos em um sistema produtivo. Sendo assim, é importante ser ressaltado que a engenharia de sustentabilidade ganhou maior apelo ao longo da última década, pois é preocupação mundial investir em recursos e processos produtivos sustentáveis, tendo em vista o enorme impacto ambiental já gerado pela ação humana no planeta, se tornando um desafio para a engenharia.

3 METODOLOGIA

Tendo em vista o desenvolvimento do diagnóstico energético o presente capítulo expõe o itinerário metodológico para o estudo de caso, desde a natureza da pesquisa desenvolvida, passando por pesquisa bibliográfica, método de pesquisa e culminando no diagnóstico energético final para ser aplicado na empresa Pão Express Ltda. A ideia central é permitir a simulação de uma possível tarefa de um engenheiro de produção no campo da eficiência energética fazendo chegar à panificadora em estudo e também a comunidade empresarial local.

3.1 NATUREZA E CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Na Engenharia de Produção a pesquisa científica pode ser classificada quanto à natureza, objetivo, abordagem e método. Segundo Turrioni e Mello (2012), a classificação obedece à figura 12:

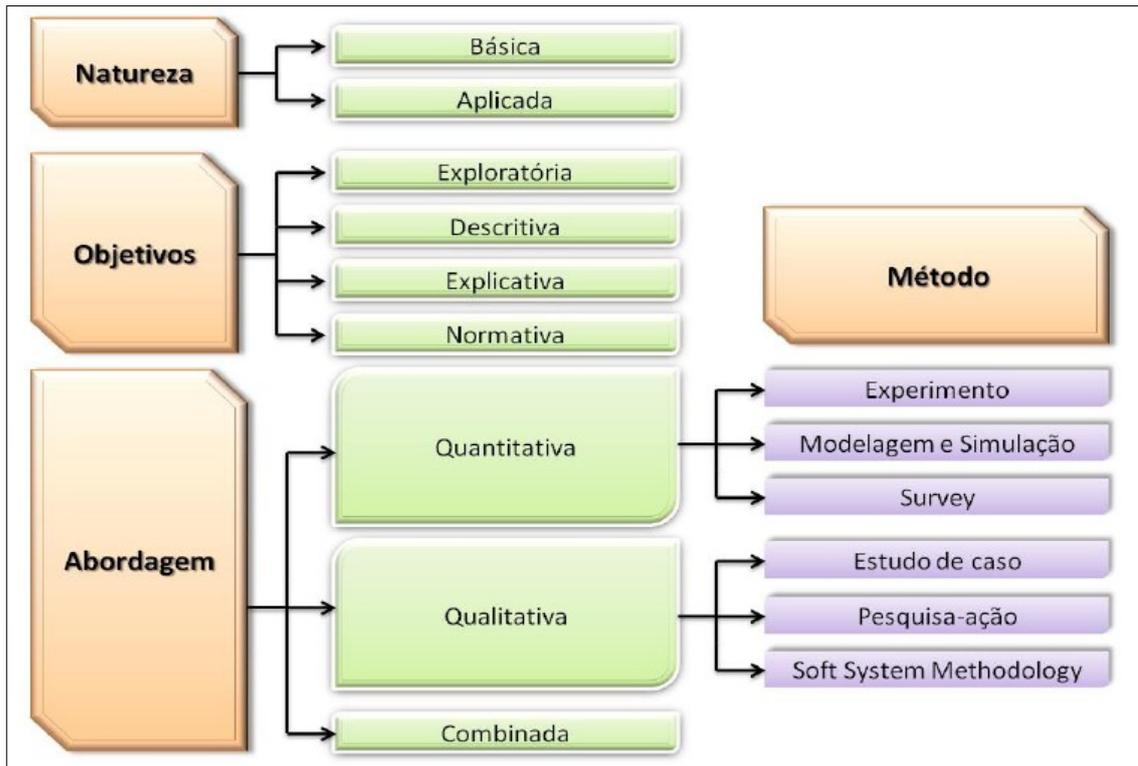


Figura 12: Classificação da pesquisa científica em Engenharia de Produção

Fonte: Turrioni e Mello (2012)

Conforme a figura 12, a natureza da pesquisa pode ser dividida em básica ou aplicada. A natureza desta pesquisa será a aplicada, pois possui característica prática e pode ser utilizada na diminuição e racionalização do consumo de energia, implementando o uso otimizado do insumo. Tal assunto é indispensável, visando maior competitividade empresarial e responsabilidade ambiental de uma empresa.

3.2 OBJETIVO E ABORDAGEM DA PESQUISA

O Objetivo da pesquisa se subdivide em exploratória, descritiva, explicativa e normativa, vide figura 12. De acordo com Bertrand e Fransoo (2002) *apud* (TURRIONI; MELLO, 2012), a pesquisa normativa esta interessada no desenvolvimento de políticas, estratégias e ações para aperfeiçoar os resultados disponíveis na literatura existente, para encontrar uma solução ótima para novas definições de problemas ou comparar várias estratégias relativas a um problema específico. Portanto, a pesquisa terá o objetivo normativo, por abordar o desenvolvimento de ações visando à diminuição dos desperdícios com energia elétrica, encontrando os possíveis “gargalos” do consumo e implementando uma cultura de

eficiência energética na empresa e entre seus funcionários. Do ponto de vista local os ganhos permitirão maior competitividade, redução de custos, melhoria de investimentos e redução de impactos ambientais. Do ponto de vista macro, essas as ações decorrentes do estudo de caso possibilitarão a empresa contribuir para uma maior segurança energética no país e redução de impactos ambientais decorrentes da geração, transmissão e consumo de energia.

No que tange a abordagem da pesquisa, a mesma pode ser classificada em quantitativa, qualitativa e combinada (figura 12). Conforme Turrioni e Mello (2012), a pesquisa quantitativa considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las. Logo, a forma de abordar o problema desse trabalho será quantitativa, pois com a reunião dos dados disponibilizados pela empresa e coletados por visitas *in loco*, será determinado o perfil energético da empresa através de quadros, tabelas e indicadores visando construir um diagnóstico energético suficientemente preciso e completo.

3.3 METODOLOGIA DO PROJETO DE PESQUISA

Quanto ao método da pesquisa, esta pode ser classificada em: experimento, modelagem e simulação, *survey*, estudo de caso, pesquisa-ação e *softsystem methodology*.

No que tange a esse trabalho, o método utilizado de pesquisa foi o estudo de caso. Tal método envolve um estudo intenso de uma situação específica, visando ampliar e detalhar o conhecimento acerca da pesquisa (TURRIONI; MELLO, 2012).

O roteiro para a realização da pesquisa, baseado em NOGUEIRA (1990), está exposto pela figura 13:



Figura 13: Roteiro simplificado da pesquisa
Fonte: Elaborado pelo Autor (2016)

O trabalho foi conduzido seguindo a sequência exposta, na figura 13. A descrição detalhada das atividades realizadas neste trabalho serão expostas ao longo dessa seção.

3.3.1 Revisão Bibliográfica

Para a realização deste trabalho foi feito uma pesquisa bibliográfica buscando o embasamento necessário sobre seu tema central. Ademais, a revisão bibliográfica proporcionou um maior conhecimento sobre o assunto e auxiliou na busca de temas afins para a aplicação do diagnóstico energético.

3.3.2 Diagnóstico Energético Preliminar

O Diagnóstico Energético Preliminar possui o objetivo de fazer um levantamento das oportunidades visando à melhoria na utilização das fontes de energia utilizadas pela empresa. Primeiramente, foram realizadas visitas ao ambiente de trabalho da empresa, serviu para conhecer e coletar dados dos equipamentos, das instalações, das formas de utilização dos recursos energéticos e dos processos produtivos, de armazenamento e venda. Além disso, foi realizada uma análise tarifária com as contas de energia dos últimos dois anos, visando o levantamento do perfil de consumo da empresa (caracterização do consumo energético).

Por se tratar de uma empresa de panificação, seguindo a fundamentação teórica que embasa esse trabalho, os focos do levantamento do consumo energético estão nos sistemas de cocção, refrigeração e iluminação por serem responsáveis pelo maior consumo energético desse segmento, tal levantamento foi realizado através da coleta das informações de potência dos equipamentos, seja em manuais ou em placas com tais informações acopladas somado a equação 1.2 que estima o consumo energético baseado na potência e no tempo de funcionamento.

Outras ações foram feitas nesse período como, gerar os dados da produção diária, o regime de funcionamento da empresa, além da análise da forma de uso dos equipamentos pelos colaboradores. Tais dados foram coletados através de visitas in loco na panificadora durante um mês.

É relevante ressaltar, que, neste estudo de caso, o responsável pela coleta dos dados teve posição de imparcialidade, uma vez que não possui nenhum vínculo empregatício com a empresa, o que é importante na percepção real do dia-a-dia da empresa (PROCEL, 2008).

3.3.3 Análise dos Dados Levantados

Com os dados levantados através do diagnóstico energético preliminar, foi realizado uma avaliação das perdas de energia através dos conhecimentos adquiridos pela revisão bibliográfica. Tal análise aponta os pontos onde existem as oportunidades de racionalização do consumo. Essas oportunidades de melhoria podem ser tanto em substituições de equipamentos, programas de manutenção e em boas práticas na utilização dos equipamentos pelos funcionários.

3.3.4 Diagnóstico Energético Final

O diagnóstico energético final trata-se do momento mais importante do trabalho, pois nele estará contido todo o conhecimento adquirido no decorrer do trabalho em busca da eficiência energética. Sendo formado a partir do levantamento dos dados coletados e da aplicação dos conhecimentos adquiridos pela revisão bibliográfica, nesse ponto do trabalho desenvolveram-se estudos técnicos e econômicos das alternativas de redução das perdas energéticas. Portanto, essa avaliação do potencial de economia de energia e diminuição de gastos, surgiu através de simulações de trocas de equipamentos, das boas práticas de utilização e da avaliação financeira do impacto das modificações propostas sobre o alcance do aumento da eficiência energética e conseqüentemente do retorno dos investimentos feitos.

Por fim, as propostas de melhoria, que surgiram no decorrer do desenvolvimento do trabalho em si, são elencadas sob a forma de proposta de adequação da empresa. Essa proposta está calcada nos modelos de eficiência energética pesquisados na bibliografia e nas percepções a respeito das peculiaridades da panificadora objeto da pesquisa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O presente capítulo expõe os dados levantados durante a construção do diagnóstico energético, suas respectivas análises e as propostas de ação advindas das informações coletadas durante o período de estudo dos sistemas energéticos da empresa. Por se tratar de um trabalho acadêmico que visa propor ações visando à eficiência energética, culminando em relatório, os resultados são as propostas de melhoria.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PANIFICADORA

Existem quatro tipos de padarias classificadas segundo suas características estruturais, seu local de funcionamento e seus respectivos clientes (público alvo) (SEBRAE, 2016). A padaria Pão Express Ltda. possui mais de 30 anos de mercado e de acordo com a figura 14, é uma panificadora de pequeno porte com 12 funcionários, que se caracteriza por ser uma padaria de serviço, pois é localizada em uma região central da cidade de Governador Valadares, está inserida em uma avenida de grande circulação (Avenida Juscelino Kubitschek), possuindo no raio de 110 metros uma grande concentração de lojas comerciais e escritórios. Logo, devido ao grande fluxo em volta do estabelecimento, o mesmo trabalha com

Um dos pontos cruciais para o sucesso de uma auditoria energética é a mensuração e análise do consumo geral da empresa estudada e no levantamento e diagnóstico do comportamento energético dos equipamentos.

4.2.1 Consumo Energético da Empresa

Ao iniciar os estudos referentes ao consumo energético da empresa é importante ter o conhecimento de qual grupo de tarifação a companhia está inserida. Sendo assim, após análise da conta de energia elétrica, constatou-se a participação no grupo B de tarifação e no subgrupo B1 (tensão inferior a 2,3kV), caracterizado por possuir tarifa monômnia, acrescida de impostos. Logo após, foi necessário conhecer e estimar o consumo energético mensal. Portanto, no que tange a energia elétrica, foi feito um levantamento e uma análise das contas de luz no período de dois anos, mais precisamente, entre Junho de 2014 a Março de 2016. O consumo neste período está disposto no gráfico 1.

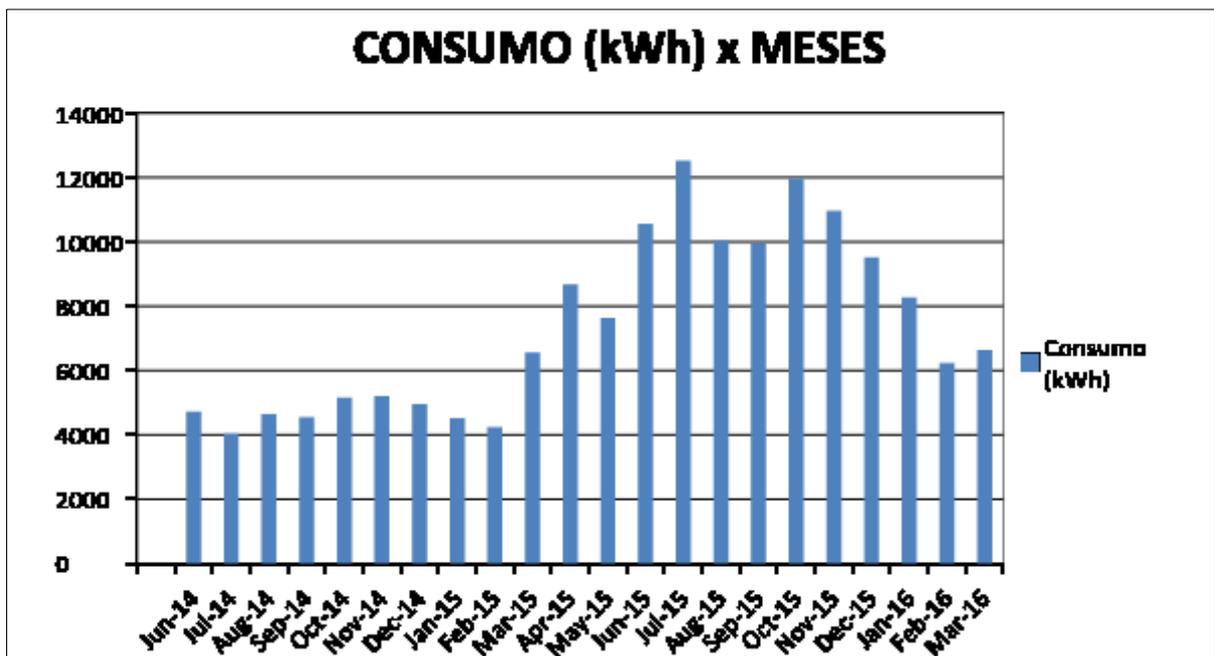


Gráfico 1: Consumo energético ao longo dos meses
Fonte: Próprio autor (2016)

Ao analisar o gráfico 1, percebe-se uma significativa variação no consumo de energia elétrica ao longo do período analisado. Indagando os proprietários do estabelecimento sobre essa questão obteve-se como justificativa uma reforma nas instalações externas e compra de mais equipamentos, ocorrida em Janeiro de 2015, tendo em vista um aumento no número de

clientes e conseqüentemente da produção. Entretanto, é importante ressaltar que, a partir de Janeiro de 2016, os proprietários registraram uma queda no número de vendas, voltando ao número de vendas médias de 2014, mas com um consumo elevado em comparação ao período de 2014, ou seja, aparentemente perdeu-se eficiência ao retornar para níveis de produção anteriores com gasto de energia maior.

Importante lembrar que o foco do trabalho esteve em elaborar um conjunto de medidas visando à redução do consumo de energia, o que evidentemente afeta o valor pago. Mas este varia segundo os impostos, advindo das bandeiras tarifárias e eventuais multas por atrasos no pagamento. O consumo médio mensal registrado no período de dois anos foi de 7259 kWh. Tal consumo é considerado alto, devido ao porte da padaria, demonstrando a necessidade de racionalizar seu uso para manter a competitividade da empresa.

A empresa utiliza ainda outro insumo energético, especificamente na área produtiva e voltado para a cocção. Trata-se do Gás Liquefeito de Petróleo (GLP), sendo que dois equipamentos o utilizam como insumo, um fogão e um dos fornos da empresa.

4.2.2 Eficiência dos Equipamentos

A análise dos equipamentos foi direcionada aos três sistemas que compõe o maior consumo energético da empresa estudada. A seguir estão dispostos a análise desses equipamentos e seus respectivos consumos.

4.2.2.1 Sistema de Refrigeração da Empresa

Como visto na seção 2.2.2, o sistema de refrigeração é considerado um dos maiores consumidores de energia elétrica em panificadoras. Os equipamentos que compõe esse sistema na panificadora em estudo se subdividem na área produtiva e comercial. Na tabela 7 estão listados todos os equipamentos refrigeradores da empresa, o setor onde é encontrado e suas potências elétricas nominais, que foram coletadas através da leitura das placas de informações acopladas no equipamento, e quando não encontrado nessas placas, obtidas via manual do equipamento.

Tabela 7: Equipamentos de refrigeração da empresa

Setor	Equipamentos	Quantidade	Potência (W)
Produção	Freezer congelador vertical (568 L)	1	548
	Freezer congelador horizontal (492 L)	1	331
	Máquina de gelo	1	380
	Câmara fria (12000 L)	1	1491
Comercial	Freezer congelador vertical (1352 L)	2	367
	Freezer congelador Horizontal (232 L)	1	315

Fonte: Próprio Autor (2016)

Na área produtiva, o freezer congelador vertical e o horizontal estocam carnes congeladas entre outros produtos, ambos estão bastante depreciados. A máquina de gelo fica em funcionamento intermitente, produzindo gelo que auxilia no processo de descanso do pão. A câmara fria que possui as dimensões 2x3x2m é de uso geral, podendo comportar grande quantidade de produtos.

Na área comercial, os equipamentos de refrigeração estão dispostos a fim de conservar e expor os produtos ao consumidor. Assim sendo, devido à reforma de 2015, são equipamentos novos, com grande quantidade de produtos e muito bem organizados. Nos freezers verticais estão dispostos bebidas e produtos de laticínios, enquanto no horizontal estão dispostos sorvetes e picolés.

Com o mapeamento dos equipamentos podemos estimar o consumo médio de energia elétrica mensal de cada um através da equação 1.2. Os seus respectivos valores estão dispostos na tabela 8.

Tabela 8: Consumo médio mensal dos equipamentos de refrigeração

Equipamentos	Consumo médio de energia elétrica mensal (kWh)
Freezer congelador vertical (568 L)	395
Freezer congelador horizontal (492 L)	238
Máquina de gelo	274
Câmara fria (12000 L)	1074
Freezer congelador vertical (1352 L)	530
Freezer congelador Horizontal (232 L)	227

Fonte: Próprio Autor (2016)

Ao realizar o somatório dos equipamentos que fazem parte do sistema de refrigeração, pode-se estimar que o consumo médio mensal de energia elétrica do sistema é de: 2738 kWh o que corresponde a 36,72% do consumo de energia elétrica médio da padaria.

4.2.2.2 Sistema de Cocção da Empresa

O sistema de cocção consiste em equipamentos que transformam outras formas de energia em energia térmica, exigindo grande consumo energético para a realização dessas transformações. Conforme apresentado na revisão bibliográfica, destaca-se como um dos maiores consumidores de energia em panificadoras. Na padaria estudada esse sistema possui os seguintes equipamentos: Forno elétrico, forno a gás e fogão industrial.

Na tabela 9 estão listados todos os equipamentos de cocção da empresa, o consumo de gás por hora, encontrado nos manuais dos equipamentos que utilizam esse insumo de energia e as potências nominais, o consumo dos equipamentos que utilizam a energia elétrica, sendo coletadas através da leitura das placas de informações acopladas no equipamento.

Tabela 9: Equipamentos de cocção da empresa

Setor	Equipamentos	Quant.	Potência (W)	Consumo de GLP (kg/h)
Produção	Forno a Gás Turbo	1	1500	1,3
	Forno Elétrico Turbo	1	14700	-
	Forno Elétrico a Lastro	1	24000	-
	Fogão Industrial 4 bocas	1	-	1,5

Fonte: Próprio Autor (2016)

O forno a gás turbo é o equipamento do sistema de cocção mais utilizado pela empresa, cerca de 8 horas/dia, principalmente para assar pães do tipo francês, e possui quatro telas gerando uma capacidade de comportar 100 pães por fornada. É o único equipamento da empresa que utiliza duas fontes energéticas para seu funcionamento como está disposto na tabela 9. Esse forno possui doze anos de uso.

Já o forno elétrico turbo é o equipamento de cocção menos utilizado pela empresa em torno de 3 h/semana é o mais novo entre os fornos, sendo adquirido na reforma de empresa em 2015, além de ser muito econômico, por ser um forno lançado após a norma da PROCEL, e possui dez telas gerando uma capacidade de comportar 250 pães por fornada. Por ser um forno turbo, é utilizado principalmente para assar pães quando acionado.

O forno elétrico a lastro da empresa possui oito anos de uso, sendo utilizado para assar pães, bolos, tortas e biscoitos. Possui capacidade de comportar 300 pães por fornada, sendo utilizado em média 5 h/dia. Por fim o fogão é utilizado para o preparo do almoço e fritura de produtos da lanchonete, sendo utilizado em média 3 h/dia.

A partir do levantamento descrito anteriormente, foi feito através da equação 1.2 a média do consumo de energia elétrica foi feito para estimar o consumo de gás GLP por equipamento, foi multiplicado a média de horas de funcionamento, pelo número de dias abertos e pela quantidade horas de funcionamento, vide tabela 10.

Tabela 10: Consumo médio dos equipamentos de cocção da empresa

Equipamentos	Consumo médio de energia elétrica mensal (kWh)	Consumo Médio de Gás GLP Mensal (kg)
Forno a Gás Turbo	288	250
Forno Elétrico Turbo	191	-
Forno Elétrico a Lastro	2880	-
Fogão Industrial 4 bocas	-	117

Fonte: Próprio Autor (2016)

Ao realizar o somatório dos equipamentos que fazem parte do sistema de cocção, podemos estimar o consumo médio mensal de energia elétrica do sistema sendo de 3359 kWh o que corresponde a 46,27% do consumo médio mensal da empresa. Já o gasto de gás GLP ao longo do mês está em aproximadamente 367 kg.

4.2.2.3 Sistema de Iluminação

O sistema de iluminação presente na panificadora possui algumas particularidades, uma vez que existe uma grande diferença no grau de iluminamento entre os ambientes. Esse fato pode ser explicado pela reforma realizada, onde foi modificada apenas a iluminação do setor comercial e administrativo, enquanto em outras áreas permaneceu a antiga. Além disso, foi encontrado na área comercial uma grande quantidade de interruptores, e um bom aproveitamento da iluminação natural via superfícies envidraçadas.

Os dados levantados referentes aos equipamentos de iluminação se encontram na tabela 11 a seguir.

Tabela 11: Equipamentos de iluminação da empresa

Setor	Lâmpada	Quant.	Potência Total (W)
Produção	Lâmpada Fluorescente (85 W)	4	340
Estoque	Lâmpada Tubular Fluorescente (32W)	2	64
Comercial	Lâmpada Fluorescente tubular (20W)	16	320
	Lâmpada Fluorescente (11W)	68	748
	Lâmpada de Led (3W)	37	111
Administrativo	Lâmpada Fluorescente (11W)	2	22
Banheiro	Lâmpada Fluorescente (9W)	4	36

Fonte: Próprio Autor (2016)

Com o auxílio de uma trena, pode-se encontrar o valor da área do setor produtivo, sendo encontrados 56,5 m², com iluminação natural e artificial. Portanto, através das equações 3, 4, 5 e 6, foram realizados os cálculos para estimativa da iluminância do setor, sendo encontrado o valor 252,23 lux. Esse resultado condiz com os valores apresentados na norma NBR 5413, contidos nas tabelas 2 e 3.

O estoque da empresa possui uma área de 27,62 m², apenas com iluminação artificial. Portanto, através das equações 3, 4, 5 e 6, foram realizado os cálculos para estimar a iluminância do setor, sendo encontrado o valor 107,89 lux. Tal resultado está dentro dos valores apresentados pela norma NBR 5413, contidos nas tabelas 2 e 3.

O setor comercial, como citado anteriormente, passou por uma reforma e possui uma excelente iluminação. Este recinto possui características estéticas interessantes, com as lâmpadas de LED evidenciando os produtos expostos, o que chama a atenção e facilita na escolha do cliente. Possui uma área uma área de 75,50 m², possuindo iluminação natural e iluminação artificial. Portanto através das equações 3, 4, 5 e 6, foram realizados os cálculos para estimar a iluminância do setor, sendo encontrado o valor 890,33 lux. Tal resultado está dentro dos valores apresentados pela norma NBR 5413, contidos nas tabelas 2 e 3.

A administração também passou por reformas em 2015, possuindo uma área de 10 m² e apenas iluminação artificial. Logo, através das equações 3, 4, 5 e 6 foram realizados os cálculos para estimar a iluminância do setor, sendo encontrado o valor 178 lux. Tal resultado está abaixo dos valores apresentados pela norma NBR 5413, contidos nas tabelas 2 e 3 e precisa ser alterado.

Os quatro banheiros da empresa possuem a mesma área 4,5 m² e o mesmo sistema de iluminação. Portanto através das equações 3, 4, 5 e 6, foi realizado os cálculos para estimar a

iluminância do setor, sendo encontrado o valor 117 lux para cada banheiro. Tal resultado está dentro dos valores apresentados pela norma NBR 5413, contidos nas tabelas 1 e 3.

No que tange ao consumo de energia, seguindo a equação 1.2 temos na tabela 12.

Tabela 12: Consumo médio dos equipamentos de iluminação da empresa

Setor	Lâmpada	Tempo médio de funcionamento diário (h)	Consumo (kWh)
Produção	Lâmpada Fluorescente (85 W)	12	106
Estoque	Lâmpada Tubular Fluorescente (32W)	1	2
Comercial	Lâmpada Fluorescente tubular (20W)	14	116
	Lâmpada Fluorescente (11W)	14	272
	Lâmpada de Led (3W)	14	40
Administrativo	Lâmpada Fluorescente (11W)	4	2
Banheiro	Lâmpada Fluorescente (9W)	1	1

Fonte: Próprio Autor (2016)

Portanto, estima-se que o consumo mensal de energia do sistema é de: 539 kWh/mês, correspondendo a 7,43% da média de consumo mensal.

4.3 ANÁLISE DO DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

Seguindo a bibliografia apresentada, e fazendo o levantamento dos sistemas de iluminação, refrigeração e cocção, estima-se que nessa panificadora os três sistemas unidos correspondem a 90,42% do consumo médio mensal da empresa. Essas informações embasam a necessidade de uma tomada de medidas visando à diminuição no consumo energético. A seguir estão levantados os principais problemas advindos de cada sistema energético estudado.

4.3.1 Sistema de Refrigeração

O sistema de refrigeração da empresa é um dos principais consumidores de energia, correspondendo a uma média mensal de 2738 kWh/mês, o que corresponde a 36,72% do consumo médio mensal de energia. Assim como no sistema de iluminação, esse valor percentual está dentro do estipulado na revisão bibliográfica, entretanto essa quantidade de

energia consumida pode ser reduzida significativamente, pois foram diagnosticados vários problemas nesse sistema, sendo listados a seguir:

- Grande parte dos equipamentos são antigos, e possuem um consumo energético alto em comparação aos novos disponíveis no mercado. Além disso, não existe nenhum tipo de manutenção preventiva em todos os equipamentos do sistema;
- Formação de gelo sobre evaporadores, resultando em um mau aproveitamento do frio gerado pelos equipamentos;
- Falta de treinamento dos funcionários tanto na utilização do equipamento, quanto na manutenção preventiva, como por exemplo, na realização de degelo;
- Operação contínua dos equipamentos, na potência máxima, sem desligamentos automáticos o que gera uma utilização máxima do sistema sem necessidade;
- Excesso de poeira nos condensadores/compressores, afetando a qualidade na troca de calor;
- Na área produtiva, os produtos alocados nos equipamentos não são distribuídos uniformemente atrapalhando a circulação do ar frio;
- Na área produtiva, existe um desbalanceamento dos produtos dispostos nos congeladores, enquanto o horizontal permanece quase sempre vazio, o vertical sempre cheio de produtos e a câmara fria com espaços vazios;
- Equipamentos sem etiquetagem “A” da PROCEL;
- Utilização da máquina de gelo intermitentemente, o que é desnecessário.

4.3.2 Sistema de Cocção

O sistema de cocção da empresa corresponde ao gargalo energético, uma vez que o mesmo apenas com energia elétrica consome em torno de 3359 kWh/mês, correspondendo a 46,27% do consumo médio mensal da empresa, valor acima do estipulado na revisão bibliográfica. Além disso, estima-se um gasto mensal de GLP de 367 kg. Consumo esse considerado desproporcional mediante o porte da empresa, uma vez que, segundo (SEBRAE & ABIP, 2016) o consumo médio mensal de gás em uma padaria de pequeno porte está estipulado em 144 kg, bem distante do consumo levantado. Portanto, os problemas existentes nesse sistema estão listados a seguir:

- Idade dos equipamentos: Apenas um dos três fornos existentes na padaria é novo. Os outros dois são antigos e obsoletos, já sendo adquiridos usados. Além disso, o fogão a gás também é antigo;
- Falta de treinamento dos funcionários, levando há um mau manejo do forno, o que gera perda de calor;
- Fornos superdimensionados, projetados para uma produção muito maior que a atual, logo trabalham com grande capacidade ociosa;
- Falta de otimização do uso dos fornos;
- Por serem fornos antigos, necessitam de um maior tempo de pré-aquecimento;
- Falta de manutenção preventiva, em especial das resistências elétricas;
- Borrachas de isolamento antigas e desgastadas.

4.3.3 Sistema de Iluminação

O sistema de Iluminação da empresa possui atualmente um percentual de consumo abaixo do indicado na revisão bibliográfica, 539 kWh/mês, cerca de 7,43% do consumo médio total. Entretanto, como concluímos que a média mensal de consumo da empresa é alta em relação ao seu porte é necessário encontrar os problemas referentes a esse alto consumo.

Como visto anteriormente através do calculo luminotécnico, quase todos os setores da empresa estão bem iluminados para obter os melhores rendimentos em cada tarefa. Outro ponto importante a ser analisado é a grande quantidade de interruptores presentes na empresa, em especial na área comercial, vide figura 15, o que é extremamente importante, pois a iluminação pode ser regulada da forma mais racional possível.



Figura 15: Interruptores no setor comercial da empresa
Fonte: Próprio Autor (2016)

Os problemas encontrados nesse sistema são:

- No setor administrativo temos um nível de iluminância abaixo do previsto na norma técnica;
- Na área produtiva, a iluminação natural poderia ser melhor utilizada, visto que grande parte do horário de funcionamento é ao longo do dia;
- Falta de sensores de iluminação em locais com pouca transição: banheiros e estoque;
- Utilização de todas as luminárias sem necessidades em certas horas do dia.

4.4 PROPOSTAS DE AÇÃO E RELATÓRIO FINAL

A seguir estão expostas as propostas de ação contidas no relatório final apresentado a panificadora que se encontra no anexo A. Vale ressaltar que as propostas tratam de perspectivas de eficiência energética futura com base nos dados levantados, uma vez que a implementação das propostas de ação apresentadas, assim como seu necessário acompanhamento futuro, ficam a critério da empresa.

4.4.1 Sistema de Refrigeração

Como visto no subitem 4.2.2.1, o sistema de refrigeração da empresa, é um dos responsáveis pelo grande consumo de energia e precisa de ajustes em especial para diminuir o elevado consumo de energia. A seguir estão sugeridas as soluções para os problemas atuais do sistema.

Criar uma escala periódica para manutenção preventiva dos equipamentos, sendo obrigatória a realização de limpeza da poeira nos condensadores/compressores e a realização de degelo.

Investir no treinamento dos funcionários para utilizar os equipamentos do sistema da maneira correta, reconhecer os principais componentes dos equipamentos e de como realizar a manutenção preventiva.

Com um termostato, estabelecer uma temperatura padrão de conservação dos produtos e matéria prima, estabelecendo um padrão de potência de congelamento, evitando assim a utilização ao máximo dos freezers. Além disso, instalar cortinas plásticas (PVC) ou cortinas de ar na porta da câmara fria (ABIP; SEBRAE, 2009).

Balancear a área produtiva, alocando os produtos entre o freezer vertical e a câmara fria, retirando de utilização o freezer horizontal que geralmente fica vazio, e aumentando o espaço entre os produtos permitindo a circulação do ar frio.

Na área expositiva os equipamentos de refrigeração são novos e possuem tecnologia com maior grau de eficiência, como degelo automático. Entretanto na área produtiva, como dito anteriormente os freezers e a câmara fria são bastante antigos. Logo a solução para a diminuição do consumo de energia seria substituir a câmara fria por uma maior que tenha o mesmo volume agregado dos três equipamentos de refrigeração atuais, ou seja, é necessário o fim da utilização dos freezers na área produtiva. Ademais, é essencial a substituição da máquina de gelo por outra de menor consumo energético disponível no mercado. Os novos equipamentos sugeridos estão dispostos na tabela 13 a seguir.

Tabela 13: Equipamentos sugeridos para o sistema de refrigeração

Equipamentos	Quant.	Potência (W)
Máquina de gelo	1	186
Câmara fria (14950 L)	1	970

Fonte: Próprio Autor (2016)

O volume da nova câmara fria analisada é de 2,50x2,30x2,60m, esse espaço é disponível na empresa em estudo, já a máquina de gelo possui dimensões semelhantes a máquina atual. No que tange o consumo de energia foi estipulado o uso intermitente dos equipamentos de refrigeração. Seguindo a equação 1.2 temos a tabela 14.

Tabela 14: Sistema de refrigeração com os equipamentos sugeridos

Equipamentos	Tempo Médio de Utilização (h)	Consumo (kWh)
Máquina de gelo	24	134
Câmara fria (14950 L)	24	698
Freezer congelador vertical (1352 L)	24	530
Freezer congelador Horizontal (232 L)	24	227

Fonte: Próprio Autor (2016)

Caso haja a substituição dos equipamentos do sistema de refrigeração conforme citado anteriormente, estima-se que o consumo de energia seria de 1589 kWh/mês, uma redução de 41,96% do consumo atual de energia elétrica do sistema, o que equivale a 21,89% do consumo médio mensal da empresa.

4.4.2 Sistema de Cocção

Segundo a análise feita no subitem 4.2.2.2, o sistema de cocção da empresa é o principal consumidor de energia elétrica da empresa, em termos percentuais, cerca de 46,27% do consumo médio mensal da empresa advém deste sistema, além do grande consumo de gás GLP. Uma possível redução do consumo energético da empresa está atrelado a implementação das sugestões expostas a seguir:

Como existem equipamentos mal dimensionados, é necessário planejar a produção para utilizar o máximo da capacidade do equipamento, em cada fornada, pois o espaço ocioso na câmara não resulta em menor tempo de cozimento da fornada e nem na redução do consumo de energia. É preciso planejar a produção de modo que os produtos de confeitaria possam ser forneados no período de aquecimento, antes das fornadas de pães salgados.

Realizar manutenção preventiva tanto do sistema de isolamento térmico, quanto das resistências elétricas dos fornos, verificando o seu funcionamento a cada seis meses ou menos. Pois, em uma fornada de 18 minutos, aproximadamente 13 minutos ocorrem o aquecimento advindo das resistências elétricas ligadas e apenas nos minutos restantes o fim do processo de cocção é feito pela inércia térmica. Logo o isolamento térmico é imprescindível para o melhor aproveitamento do calor gerado pelas resistências do

equipamento e o correto funcionamento proporciona um aquecimento homogêneo, assegurando a melhor qualidade no produto e evitando retrabalho ou perda do produto.

Realizar cursos de boas práticas de utilização dos fornos aos funcionários, ensinando-os a usa-los da melhor maneira possível e checar os equipamentos corretamente, identificando alguma falha em potencial.

Como citado anteriormente, grande parte dos equipamentos da empresa são antigos e com eficiência anterior ao PBE - Programa Brasileiro de Etiquetagem, conseqüentemente possuem um grande consumo energético. Logo, é sugerida a troca dos equipamentos encontrados nesse sistema, com exceção do forno turbo elétrico que possui um consumo dentro do especificado pelo IMETRO através da portaria n 446 e do forno industrial por apresentar um baixo consumo. Os novos equipamentos estão dispostos tabela 15.

Tabela 15: Equipamentos sugeridos para o sistema de cocção

Setor	Equipamentos	Quant	Potencia (W)	Consumo de GLP (kg/h)
Produção	Forno a Gás Turbo	1	184	0,9
	Forno Elétrico a Lastro	1	12000	-

Fonte: Próprio Autor (2016)

Com os equipamentos sugeridos, no que tange ao consumo de energia elétrica e de gás GLP, seguindo a equação 1.2 o sistema de cocção fica disposto na tabela 16.

Tabela 16: Sistema de cocção com os equipamentos sugeridos

Equipamentos	Consumo médio de energia elétrica mensal (kWh)	Consumo Médio de Gás GLP Mensal (kg)
Forno a Gás Turbo	35	173
Forno Elétrico Turbo	191	-
Forno Elétrico a Lastro	1440	-
Fogão Industrial 4 bocas	-	117

Fonte: Próprio Autor (2016)

Caso haja a substituição dos equipamentos do sistema de cocção conforme citado anteriormente, estima-se que o consumo de energia seria de 1666 kWh/mês, uma redução de 50,40% do consumo atual de energia elétrica do sistema, o que equivale a 23,32% do

consumo médio mensal. A respeito do consumo de gás GLP a substituição geraria uma redução de 21% do consumo médio mensal da empresa.

4.4.3 Sistema de Iluminação

Como visto anteriormente no item 4.2.2.3, o sistema de iluminação da empresa, em comparativo aos demais, é o que possui as menores problemáticas. Entretanto o mesmo necessita de ajustes, principalmente no que tange o consumo. A seguir estão sugeridas as soluções para os problemas atuais do sistema.

No setor administrativo, é necessária substituir as duas lâmpadas fluorescentes de 11W por duas lâmpadas led de 15W para conseguir chegar ao nível iluminância presente na norma NBR-5413.

Para aumentar a utilização da iluminação natural da empresa na área produtiva, é necessário implementar prateleiras (bandejas de luz) nas janelas superiores, para refletir a luz natural para a laje de cor branca, aumentando o alcance da iluminação. Como podemos perceber na figura 16.

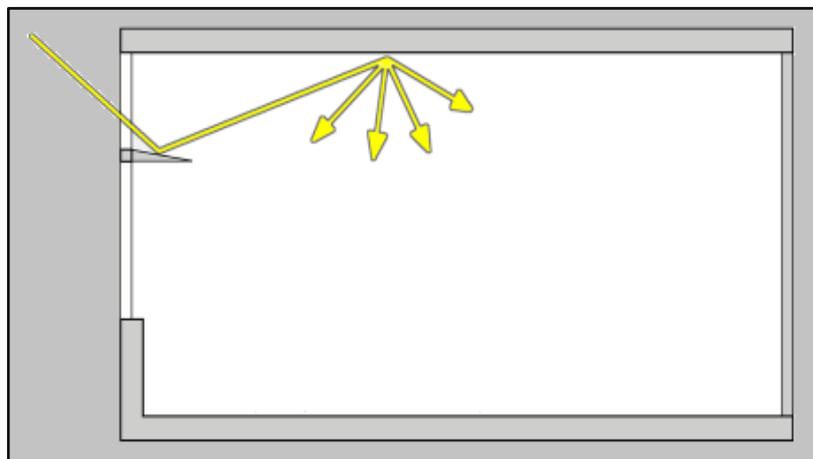


Figura 16: Funcionamento de uma bandeja de luz
Fonte: Próprio Autor (2016)

Tanto nos banheiros dos funcionários, quanto nos banheiros dos clientes e nos estoques, é necessário utilizar sensores de presença para ativar as lâmpadas, evitando que funcionários e clientes deixem a luz acionada ao sair dos recintos.

Boas práticas de utilização, realizando limpeza quando necessário e evitando o mau uso dos equipamentos de iluminação, que muitas vezes é acionado em momentos desnecessários.

Após falha das lâmpadas fluorescentes que estão sendo utilizadas, fazer substituição gradativa por luminárias LED, que possuem o mesmo nível de iluminância, mas com um potência menor e uma maior durabilidade. As substituições seguem a tabela 17.

Tabela 17: Lâmpadas indicadas para a substituição por setor da empresa

Setor	Lâmpada	Quant.	Potência Total (W)
Produção	Lâmpada Led (40 W)	4	160
Estoque	Lâmpada Led Tubular (15W)	2	30
Comercial	Lâmpada Led tubular (10W)	16	160
	Lâmpada Led (5W)	68	340
Administrativo	Lâmpada Fluorescente (15W)	2	30
Banheiro	Lâmpada Led (5W)	4	20

Fonte: Próprio Autor (2016)

No que tange ao consumo de energia do sistema com as trocas sugeridas e seguindo a equação 1.2 temos:

Tabela 18: Sistema de iluminação com os novos equipamentos dimensionados

Setor	Lâmpada	Funcionamento Diário (hora)	Consumo (kWh)
Produção	Lâmpada Led (40 W)	12	50
Estoque	Lâmpada Led Tubular (15W)	1	1
Comercial	Lâmpada Led tubular (10W)	14	58
	Lâmpada Led (5W)	14	124
	Lâmpada de Led (3W)	14	40
Administrativo	Lâmpada Fluorescente (15W)	4	3
Banheiro	Lâmpada Led (5W)	1	1

Fonte: Próprio Autor (2016)

Caso haja a substituição dos equipamentos do sistema de iluminação, estima-se que o consumo de energia seria de 277 kWh/mês, uma redução de 48,61% do consumo atual de energia elétrica do sistema, o que equivale a 3,61% do consumo médio mensal da empresa.

4.5 TARIFICAÇÃO ENERGÉTICA

Após ter sido feito um estudo das tarifas de energia elétrica do local, levantando o seu consumo médio mensal e a sua forma de tarifação, foi levado em consideração à possibilidade da troca da opção tarifária de energia, tendo em vista a diminuição do valor pago aos consumidores do grupo tarifário A4 (Média/Alta Tensão) em comparação com o grupo em que a panificadora está inserida. Seria uma diferença de aproximadamente R\$ 0,20 por kWh. Entretanto, para a realização desta troca é necessário realizar um contrato de demanda contratada de no mínimo 31,8 kW, muito acima da demanda da panificadora em estudo. Além disso, seria necessário um espaço de aproximadamente 3m² para alocar um transformador próprio e um investimento em torno de R\$ 17.000,00 para realizar tal mudança via construção de subestação.

Outro ponto que inviabiliza tal projeto é que os consumidores do grupo A4 são cobrados tarifas mais altas, em torno de R\$ 0,12 por kWh, durante o período considerado de ponta que na Cemig está entre às 18 e 21h dos dias úteis. E justamente em parte deste período existe uma grande de demanda consumidora e conseqüentemente de produção dos produtos da empresa.

4.6 ANÁLISE DA PRODUÇÃO

Para realizar a análise da produção da empresa foi necessária uma coleta unitária dos produtos produzidos diariamente. As visitas foram contínuas no estabelecimento durante o período de um mês. São dispostos no gráfico 2 a produção em unidade de produtos ao longo dos 30 dias, sendo descartados os dias em que não houve produção.

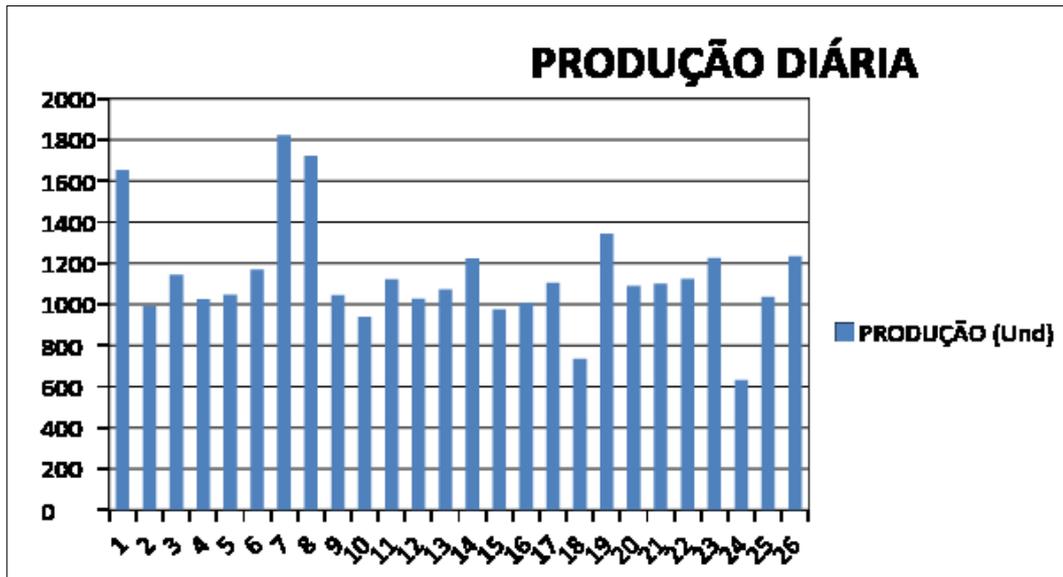


Gráfico 2: Produção ao longo do mês
Fonte: Próprio Autor (2016)

A média dos itens produzidos foi de 1139 itens dos mais variados tipos, tanto de panificação, quanto confeitaria e lanchonete. Havendo uma produção máxima de 1825 unidades e mínima de 632 unidades. O produto que merece destaque dentre os produzidos na empresa é o pão francês, sendo o carro chefe de qualquer panificadora possuindo uma média de 566 unidades por dia, além disso, é o produto responsável por 23% do lucro bruto das padarias (ABIP; ITPC, 2009).

4.7 PRODUÇÃO *VERSUS* CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

Além dos dados da produção, foi coletado no período de 30 dias o consumo energético diário da panificadora em estudo, através do relógio medidor de consumo de energia da empresa. Isso permitiu a criação de um indicador consumo x produtividade, sendo exposto no gráfico 3 a seguir:

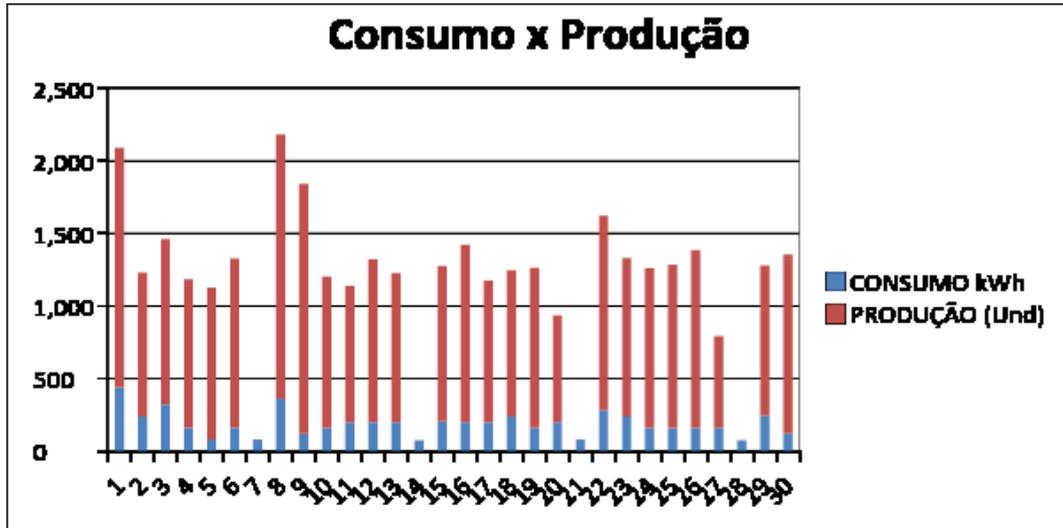


Gráfico 3: Indicador Consumo x Produção

Fonte: Próprio Autor (2016)

O gráfico 3 demonstra que o consumo de energia é diretamente proporcional a produtividade da empresa, embasando a necessidade de políticas de redução do consumo. Além disso, ao analisar o gráfico 3, constatamos dias em que não houve produção, mas com um consumo energético proveniente dos equipamentos de refrigeração, responsáveis por conservar produtos e matérias-primas. Outro ponto importante é que em alguns dias houve um consumo maior de energia e de menor produção, isso acontece, pois em uma panificadora existe um grande leque de produtos sendo produzidos e cada um deles exige um tempo diferente de produção e de uso dos equipamentos (processos distintos).

4.8 ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE TROCA DOS EQUIPAMENTOS

Uma das propostas realizadas para alcançar a eficiência energética na empresa estudada está na substituição dos equipamentos atuais da empresa. Portanto, foram realizados orçamentos dos equipamentos em três estabelecimentos diferentes e com os valores encontrados nas cotações foi estipulado o preço médio por sistema, como estão dispostos nas tabelas 19, 20 e 21.

Sistema de Refrigeração

Tabela 19: Preço médio dos equipamentos de refrigeração propostos para a troca

Setor	Equipamentos	Preço Médio (R\$)	Quant.	Preço Final (R\$)
Produção	Máquina de Gelo	5.500,00	1	5.500,00
	Câmara fria (14950L)	14,665,00	1	14.665,00
Total			2	20.165,00

Fonte: Próprio Autor (2016)

Sistema de Cocção

Tabela 20: Preço médio dos equipamentos de cocção propostos para a substituição

Setor	Equipamentos	Preço Médio (R\$)	Quant.	Preço Final (R\$)
Produção	Forno a Gás Turbo	4.862,00	1	4.862,00
	Forno Elétrico a Lastro	23.500,00	1	23.500,00
Total			2	28.362,00

Fonte: Próprio Autor (2016)

Sistema de Iluminação

Tabela 21: Preço médio dos equipamentos de iluminação propostos para a substituição

Setor	Equipamentos	Preço Médio (R\$)	Quant.	Preço Final (R\$)
Produção	Lâmpada Led (40 W)	101,6	4	406,4
Estoque	Lâmpada Led Tubular (15W)	28,34	2	56,68
Comercial	Lâmpada Led tubular (10W)	20,22	16	323,52
	Lâmpada Led (5W)	10,80	68	734,40
Administrativo	Lâmpada Fluorescente (15W)	9,90	2	19,80
Banheiro	Lâmpada Led (5W)	10,80	4	43,20
Total			96	1584,00

Fonte: Próprio Autor (2016)

O investimento total possui o valor aproximado de R\$ 50.111,00, portanto é necessário realizar uma análise econômica para identificar se o investimento é viável, ou seja, se dará retorno.

Investir o montante estimado nos equipamentos selecionados resultaria na diminuição do consumo anual de energia de 37.248 kWh e de 924 kg de gás GLP. Isto é, para o consumo de energia elétrica foi estimado uma tarifa média acrescida de impostos de R\$ 0,7333 por kWh, encontrando um retorno anual de R\$ 27.314,00. Para o consumo de gás GLP foi estimado um valor de R\$ 4,23 por kg, gerando um retorno anual de R\$ 3.909,00. Totalizando um retorno anual total de R\$ 31.223,00.

Utilizando a equação 1.8 o *payback* será aproximadamente de 19 meses ou 1,61 anos. Como o *payback* possui falhas, foi estimado o VPL e o TIR para esse investimento através das equações 1.9 e 1.10, considerando o período de três anos e com uma taxa de juros de 7% ao ano (inflação brasileira), sendo encontrado o valor do VPL de + R\$ 31.828,00 e do TIR de 39,21%.

Portanto as ferramentas financeiras comprovam que o investimento traria um retorno viável para a empresa. Além disso, estima-se que se o valor alocado para o investimento fosse para alguma aplicação financeira que rendesse 10% ao ano, no período de três anos os investidores receberiam um valor de R\$ 16.587,00, inferior ou valor do VPL estimado.

5 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Neste capítulo são apresentadas as conclusões do presente trabalho, além de comentários a respeito das recomendações determinadas após o relatório de auditoria energética, assim como indicações gerais para a continuidade de trabalhos futuros nesta área de estudo.

5.1 CONCLUSÕES

O presente estudo de caso mostrou a importância de uma auditoria energética como uma ferramenta de conservação de energia, independente do porte da empresa em questão. Uma vez que a eficiência energética é um fator importante para a manutenção da competitividade de qualquer estabelecimento, permitindo a continuidade ou ampliação da produção com menor demanda de energia. Além disso, o momento de instabilidade econômica nacional e tarifação energética em alta deu maior relevância ao estudo e gerou maior aceitação dos responsáveis pela a empresa objeto do trabalho.

O presente trabalho cumpriu o seu objetivo principal, isto é, desenvolver uma auditoria energética, propondo medidas e simulando cenários para a redução do consumo energético em uma empresa de panificação. Além disso, este trabalho serviu como um aprendizado ímpar que agregou significativamente os conhecimentos adquiridos no decorrer do curso de graduação em Engenharia de Produção.

No sistema de refrigeração, no setor comercial, os equipamentos estão dentro do que está disponível no mercado, são novos e eficientes, portanto a eficiência energética nesse setor se dá apenas na manutenção preventiva e na fomentação de boas práticas de utilização junto aos funcionários da empresa. Já no setor produtivo, para alcançar a eficiência energética é indispensável à substituição dos equipamentos atuais por uma câmara fria de maior porte que possui consumo mais baixo, como a sugerida pelo trabalho, atrelado às boas práticas de utilização e manutenção.

No sistema de cocção da empresa, o fogão industrial está conforme e não necessita ser alterado. Visando a eficiência energética os fornos estão superdimensionados, levando a um aproveitamento ineficiente por fornada. A substituição destes equipamentos, com exceção do forno turbo elétrico, é indispensável, uma vez que esses fornos são o grande "gargalo"

energético desse setor e conseqüentemente da empresa. Além disso, as manutenções preventivas, mínimo duas ao ano, planejamento da produção e as boas práticas de uso pelos funcionários de fazem necessários para que a eventual troca gere o ganho de eficiência esperado..

No sistema de iluminação um dos ambientes foi diagnosticado com iluminância inferior a recomendada pela norma. Portanto nesse local foi sugerida a substituição para um equipamento mais potente para que o ambiente fique dentro das recomendações da NBR 5413. Isso não gera redução de consumo mas resolve o aspecto de observância da norma. Para que ocorra maior eficiência energética nesse setor o único caminho é a troca gradativa dos equipamentos de iluminação atual (luminárias fluorescentes) para luminárias LED (tecnologia atual mas eficiente e que está economicamente acessível). Como o sistema atual já é satisfatoriamente eficiente, a troca gradativa refere-se a substituição mediante fim da vida útil de cada luminária.

Com os equipamentos sugeridos para substituição, foi levado em consideração à média de custo dos equipamentos novos, nessa perspectiva, estima-se um montante de investimento de R\$ 50.111,00, sendo considerado que os equipamentos antigos não serão comercializados ou utilizados como reserva, ou seja, fica a critério da empresa sua venda ou descarte. Tal investimento gerará uma economia de 37.248 kWh/ano e de 924 kg de gás GLP, totalizando um retorno anual total de R\$ 31.223,00. Realizando a análise deste investimento, conclui-se que o mesmo é viável nas três ferramentas de análise utilizada, uma vez que o *payback* será aproximadamente de 19 meses, e no período de três anos temos um VPL de + R\$ 31.828,00 e do TIR de 39,21%.

Após ter sido feito um estudo das tarifas de energia elétrica do local, levantando o seu consumo médio mensal da empresa e a sua forma de tarifação, foi constatado a impossibilidade da troca do grupo de tarifação, uma vez que para a realização desta troca é necessário realizar um contrato de demanda contratada de no mínimo 31,8 kW, com a construção de subestação (grande investimento). Dessa forma a única observação é sobre a prevenção de multas e uso racionalizado da energia em bandeira de tarifação amarela e/ou vermelha. Foi verificado que mesmo após as reformas de 2015 a rede elétrica não foi alterada e se encontra antiga e sem manutenção, assim faz-se necessário uma manutenção corretiva (troca de alguns componentes) e a implantação de planejamento de manutenção preventiva

nesse sistema, evitando riscos de acidentes no trabalho, problemas de falta de distribuição de energia para o estabelecimento e também o aumento da qualidade da energia consumida.

A eficiência energética é algo que só pode ser alcançado através de estudo, planejamento, investimento e da colaboração de todos da empresa, ou seja, é necessário criar uma cultura de conservação de energia. Para que isso aconteça, é aconselhável o investimento em cursos de capacitação dos funcionários realizado pela ABIP ou pelo SEBRAE. Outro ponto indispensável se encontra no desenvolvimento de uma cultura de planejamento e controle da produção, pois o que é produzido na empresa é baseado apenas na vivência, sem planejamento e não existe nenhum tipo de registro de entradas e saídas dos produtos, comprometendo a gestão da empresa.

Como o investimento na troca de equipamentos é consideravelmente alto, mesmo com o retorno esperado, é recomendado que ao menos as medidas de menor custo citadas, ou seja, capacitação dos funcionários, boas práticas de utilização e realização de manutenções nos sistemas e na rede elétrica sejam realizadas pela empresa o mais rápido possível.

Após ter sido entregue o relatório final da auditoria energética realizada, os responsáveis pela empresa enxergaram com bons olhos a aplicação das medidas indicadas, entretanto afirmaram também que iriam analisar a proposta e averiguar os impactos de sua implementação futura. Até o fim da produção deste TCC não houve resposta sobre a aplicação das medidas assinaladas no relatório final por parte dos donos da empresa.

5.2 TRABALHOS FUTUROS

Tendo em vista a relevância do tema abordado no presente trabalho, a grande quantidade de padarias presentes na cidade de Governador Valadares e seu alto consumo energético, como provado durante a pesquisa, vislumbra-se como trabalho futuro a realização de uma possível parceria entre o IFMG – *campus* Governador Valadares e o Sindicato das Indústrias de Panificação e Confeitaria de Governador Valadares. Tal parceria poderia fomentar programa de estágio aos alunos do curso de Engenharia de Produção do IFMG, com consequente auditoria energética e controle de produção para as panificadoras atendidas.

Após aprovação do presente trabalho de conclusão de curso, será confeccionado um resumo expandido e/ou um artigo do trabalho, para submissão a congresso na área de Engenharia de Produção. A expectativa é colaborar para o campo da eficiência energética e

sustentabilidade, chamando a atenção para os gargalos de ineficiência ainda existentes no setor da panificação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEPRO. **Áreas e sub-áreas de engenharia de produção**. 2008. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/>>. Acesso em: 8 out. 2016

ABESCO. **Desperdício de energia gera perdas de R\$ 12,6 bilhões**. 2015. Disponível em: <<http://www.abesco.com.br/pt/novidade/desperdicio-de-energia-gera-perdas-de-r-126-bilhoes/>>. Acesso em: 8 jul. 2016.

ABIP. **Sobre o setor 2015**. Disponível em: <<http://www.abip.org.br/site/sobre-o-setor-2015/>>. Acesso em: 18 ago. 2016.

ABIP. **Eficiência Energética e Conformidade de Fornos Elétricos**. 2013. Disponível em: <[http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/fd490ada014b345559b4902a57f518e5/\\$File/6047.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/fd490ada014b345559b4902a57f518e5/$File/6047.pdf)>. Acesso em: 18 jan. 2016.

ABIP. **Portal da ABIP**. 2009. Disponível em: <<http://www.abip.org.br/>>. Acesso em: 19 ago. 2016.

ABIP; SEBRAE. 2009. **Estudo de tendências: perspectivas para 2009**. Disponível em: <<http://www.abip.org.br/site/wp-content/uploads/2016/01/estudo-tendencias-20jul09.pdf>>. Acesso em: 14 jul. 2016

ABIP; SEBRAE. 2009. **Consumo Energético na Panificação, Biscoitos e Confeitaria**. Disponível em: <[http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/B91EC588FA2CBA3A832576A10067098C/\\$File/NT00042FC6.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/B91EC588FA2CBA3A832576A10067098C/$File/NT00042FC6.pdf)>. Acesso em: 15 jul. 2016

ABNT. **Pela eficiência das padarias**. 2011. Disponível em: <<http://abnt.org.br/paginampe/biblioteca/files/upload/anexos/pdf/78994893edc9fdb95f422d2faea837f8.pdf>>. Acesso em: 1 ago. 2016.

ALBUQUERQUE, C. G. et al. **Estudo de gestão ambiental no setor de panificação: uma análise de SWOT**. In: JEPEX. Livro de Resumos. 2009.

ANEEL. **Atlas da energia elétrica do Brasil**. 3. ed. Brasília, 2008.

ANEEL. **Resolução Normativa N°. 414**. 2010. Disponível em: <>. Acesso em: 7 nov. 2016.

ANEEL. **Tarifas residenciais**. 2016. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/>>. Acesso em: 8 ago. 2016.

BARROS, B. F.; BORELLI, Reinaldo; GEBRA, L. R. **Gerenciamento de energia**. 2. ed. São Paulo: Érica, 2016.

BRASIL, Lei No. 10.295, de 17 de outubro de 2001. **Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências, Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 2001.**

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Anuário estatístico de energia elétrica.** 2014. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/>>. Acesso em: 7 ago. 2016.

BRASIL. Ministério Meio Ambiente. **Eficiência energética.** 2013. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/energia/eficiencia-energetica>>. Acesso em 8 mar. 2016.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 001, de 23 janeiro de 1986.** Dispõe sobre as diretrizes gerais para uso e implementação de Avaliação de Impacto Ambiental. Brasileira. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 7 nov. 2016.

BRASIL, Portaria, Nº. 1007, 31 de dezembro de 2012. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/10584/904396/Portaria_interministerial+1007+de+31-12-2010+Publicado+no+DOU+de+06-01-2011/d94edaad-5e85-45de-b002-f3be91d51d1?version=1.1>. Acesso em: 12 mai. 2016

BOWERSOX, D. J. et al. **Gestão logística da cadeia de suprimentos.** 4. ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.

CEMIG. **Tarifas e simulação.** 2016. Disponível em: <<https://www.cemig.com.br/pt-r/atendimento/corporativo/Paginas/tarifas.aspx>>. Acesso em: 8 maio 2016.

CHIAVENATO, Idalberto. **Introdução à teoria geral da administração.** Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2003.

DE ALBUQUERQUE, Cleber Gomes et al. **Estudo de gestão ambiental no setor de panificação: uma análise de SWOT.** 2009.

ELETROBRÁS; PROCEL. **Metodologia de realização de diagnóstico energético.** Rio de Janeiro, 2008.

EMPALUX. **Informações Luminotécnicas.** 2015. Disponível em: <<http://www.empalux.com.br/?a1=1>> Acesso em: 15 jun. 2016.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco energético nacional 2013.** Rio de Janeiro, 2013.

FIRJAN. **Quanto custa a energia elétrica para a indústria no Brasil?** Disponível em: <<http://www.firjan.com.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=2C908A8F4EBC426A014EC144C72E2A51&inline=1>>. Acesso em: 7 nov. 2016.

FOGLIATTO, Flávio Sanson; RIBEIRO, José Luis Duarte. **Confiabilidade e manutenção industrial.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

GOOGLE MAPS. **Localização da empresa em estudo.** 2016. . Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps>>. Acesso em: 17 jun. 2016.

HOLANDA, Aurélio Buarque de. **Minidicionário Aurélio da língua portuguesa.** São Paulo: Editora Positivo, 2010.

INMETRO, Portaria. 446. **Requisitos de avaliação da conformidade para fornos elétricos comerciais** , 2012.

KEELLING, RALPH. **Gestão de projetos:** uma abordagem global. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2012.

NOGUEIRA, Luiz Augusto Horta. Auditoria Energética. **Notas de aula, Itajubá, Universidade Federal de Itajubá,** 1990.

OSRAM, DO BRASIL. Manual Luminotécnico Prático da OSRAM. 2011.

PERFECTA, O que é forno de lastro?. 2015. Disponível em: <<http://perfecta.itwfeg.com.br/blog/o-que-e-forno-de-lastro/p/>>. Acesso em: 15 ago. 2016

PROCEL INFO – Centro Brasileiro de Informação de Eficiência Energética. **Dicas de Economia de Energia.** 2006. Disponível em:

<<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View=%7BE6BC2A5F-E787-48AF-B485-439862B17000%7D>>. Acesso em: 19 set. 2016.

PROGAS. **Fornos Turbo.** 2013. Disponível em: <http://www.progas.com.br/2010/index.php?ir=produtos&id_categoria=29> Acesso em: 15. Ago. 2016

QUEIROZ, A. B. Manual para controle de emissão de fumaça escura em fornos e caldeiras de pequena capacidade. **Recife: CPRH,** 2009.

RODRIGUES, Pierre. Manual de iluminação eficiente. **Procel–Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. 1ª. Edição. Julho,** 2002.

SANTOS, L. F. B. dos. **Gestão de custos: ferramentas para tomada de decisões.** Curitiba: Intersaberes, 2013.

SEBRAE, 2008. Serviço Brasileiro de Apoio a Micros e Pequenas Empresas. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br>>. Acesso em: 19 ago. 2016

SEBRAE, 2011. Serviço Brasileiro de Apoio a Micros e Pequenas Empresas. **A Tecnologia de Máquinas e Equipamentos a Serviço da Panificação e Confeitaria** Disponível em: <[http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/a78bfb46b435e790a3fec1c51452ace5/\\$File/6024.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/a78bfb46b435e790a3fec1c51452ace5/$File/6024.pdf)>. Acesso em: 19 ago. 2016

TÉCNICAS, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRAS DE NORMAS. NBR 5413: Iluminância de interiores. **Rio de Janeiro,** 1992.

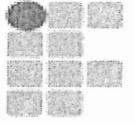
TURRIONI, João Batista; MELLO, Carlos Henrique P. Metodologia de pesquisa em engenharia de produção. **Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Itajubá. UNIFEI, 2012.**

VIANA, N. A. et al. Eficiência Energética Fundamentos e Aplicações. **1a.ed. Campinas, SP: PEE-Programa de Eficiência Energética ANEEL, 2012**

Anexo A – Relatório Final



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA
E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS – IFMG
CAMPUS GOVERNADOR VALADARES
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**



Mateus Contim Ramos

**Relatório da Auditoria Energética
Realizada na Panificadora Pão Express Ltda.**

Governador Valadares
Novembro de 2016

Introdução

Nos últimos anos o conceito de eficiência energética ganhou importância no Brasil, especialmente para os consumidores de indústrias e estabelecimento que buscam manter a competitividade no mercado. Mas o que é eficiência energética? Trata-se de melhorar o uso das fontes energéticas de um determinado local de forma eficiente, ou seja, é fazer a mesma atividade com o menor gasto de energia possível. Por esse motivo a eficiência energética se torna interessante para a companhia em questão, pois caso seus conceitos forem aplicados da maneira correta, proporcionará uma redução nos custos com energia, elevando a competitividade da mesma, pois o percentual economizado poderá ser destinado para outros procedimentos. Portanto a eficiência energética não deve ser tratada como um custo e sim como um investimento para a empresa.

Para a eficiência energética ser alcançada é necessário primeiramente uma auditoria energética, que consiste basicamente no levantamento dos dados e informações sobre o consumo da empresa, dos equipamentos e de seu dia-a-dia. Através deste diagnóstico realizado, percebeu-se um grande potencial de economia de energia, além disso, foi estimando através da análise da conta de energia que nos últimos dois anos o consumo médio mensal de energia foi de 7259 kWh. Logo, o presente estudo, visou à realização da simulação de todos os investimentos possíveis, priorizando os setores da empresa que mais necessitam de maiores alterações.

Oportunidades Identificadas

Seguindo a base bibliográfica, ou seja, os estudos e diagnósticos já realizados em panificadoras, percebeu-se que os sistemas de refrigeração, cocção e iluminação são os responsáveis pelos maiores consumos de energia elétrica desse tipo de estabelecimento, consumindo algo em torno de 80% do total mensal. Portanto o estudo foi focado nesses três sistemas consumidores.

Sistema de Refrigeração

O sistema de refrigeração para produção de alimentos é indispensável para a empresa, pois grande parte dos produtos de uma panificadora são perecíveis, sendo necessário alocá-los em baixas temperaturas visando uma correta conservação, ou seja, percas de alimentos

Diagnóstico

Os equipamentos que compõe esse sistema na panificadora se subdividem na área produtiva e comercial.

Na área produtiva o freezer congelador vertical e o horizontal estocam carnes congeladas entre outros produtos, ambos estão velhos. A máquina de gelo fica em funcionamento intermitente, produzindo gelo que auxilia no processo de descanso do pão. A câmara fria que possui as dimensões 2x3x2m podendo comportar grande quantidade de produtos.

Na área comercial, os equipamentos de refrigeração estão dispostos a fim de conservar e expor os produtos ao consumidor. Assim sendo, devido à reforma realizada em 2015, são equipamentos novos, com grande quantidade de produtos e muito bem organizados. Nos freezers verticais estão dispostos bebidas e produtos laticínios, enquanto no horizontal estão dispostos sorvetes e picolés.

Com o mapeamento dos equipamentos pude estimar o consumo médio de energia elétrica mensal de cada equipamento, sabendo que os mesmos ficam ligados de forma intermitente, ou seja, 24 horas por dia. Essas estimativas estão dispostas na tabela a seguir:

Equipamentos	Consumo médio de energia elétrica mensal (kWh)
Freezer congelador vertical (568 L)	395
Freezer congelador horizontal (492 L)	238
Máquina de gelo	274
Câmara fria (12000 L)	1074
Freezer congelador vertical (1352 L)	530
Freezer congelador Horizontal (232 L)	227

Ao realizar o somatório dos equipamentos que fazem parte do sistema de refrigeração, podemos estimar que o consumo médio mensal de energia elétrica do sistema é de: 2738 kWh o que corresponde a 36,72% do consumo de energia elétrica médio da padaria.

Medidas Recomendadas

Como visto anteriormente o sistema de refrigeração corresponde a 36,72% do consumo de energia elétrica médio da padaria, visando à eficiência energética do estabelecimento, foi diagnosticado oportunidades de melhoria sendo listadas a seguir:

Criar uma escala para manutenção preventiva dos equipamentos, se possível semanalmente, sendo obrigatório a realização de limpeza da poeira nos

condensadores/compressores e a realização de degelo, pois a crosta de gelo acumulada aumenta o consumo de energia do equipamento.

Investimento em treinamento dos funcionários para utilizar os equipamentos do sistema da maneira correta, reconhecer os principais componentes dos equipamentos e de como realizar a manutenção preventiva.

Com um termostato estabelecer uma temperatura padrão de conservação dos produtos e matéria prima, estabelecendo um padrão de potência de congelamento, evitando assim a utilização ao máximo dos freezers. Além disso, instalar cortinas plásticas (PVC) ou cortinas de ar na porta da câmara fria.

Balanceamento da área produtiva, alocando os produtos entre o freezer vertical e a câmara fria, retirando de utilização o freezer horizontal que geralmente fica vazio. E aumentando o espaço entre os produtos permitindo a circulação do ar frio. Além disso, deixar ligado a máquina de gelo apenas durante o funcionamento do estabelecimento.

Na área expositiva os equipamentos de refrigeração são novos e possuem tecnologia atual, como degelo automático, sendo, portanto eficientes. Entretanto na área produtiva os freezers e a câmara fria são velhas. Logo a solução para a diminuição do consumo de energia seria a substituição da câmara fria por uma maior que tenha no mínimo o mesmo volume em relação ao somatório dos três equipamentos de refrigeração atuais, ou seja, é necessário o fim da utilização dos freezers na área produtiva. Além disso, é essencial a substituição da máquina de gelo por outra de menor consumo energético disponível no mercado. Os novos equipamentos sugeridos estão dispostos na tabela a seguir:

Equipamentos	Quant.	Potencia (W)
Máquina de gelo	1	186
Câmara fria (14950 L)	1	970

O volume da nova câmara fria analisada é de 2,50x2,30x2,60m, esse espaço é disponível na empresa em estudo, já a máquina de gelo possui dimensões semelhantes a máquina atual. No que tange o consumo de energia, com os equipamentos sugeridos temos o seguinte:

empresa que utiliza duas fontes energéticas para seu funcionamento como está disposto na tabela 9, esse forno possui doze anos de uso. Já o forno elétrico turbo é o equipamento de cocção menos utilizado pela empresa em torno de 3 h/semana, o mais novo entre os fornos, sendo adquirido na reforma de empresa em 2015, além de ser muito econômico, o mesmo possui dez telas gerando uma capacidade de comportar 250 pães por fornada. Por ser um forno turbo é utilizado principalmente para assar pães quando acionado. O forno elétrico a lastro da empresa possui oito anos de existência é utilizado para assar bolos, tortas, biscoitos. Tendo a capacidade de comportar 300 pães por fornada, sendo utilizado em média 5 h/dia. Por fim o fogão é utilizado para o preparo do almoço e fritar produtos da lanchonete, ele é utilizado em média 3 h/dia.

A partir do levantamento descrito anteriormente, foi feito a média do consumo de energia elétrica, já para estimar o consumo de gás GLP por equipamento foi multiplicado a média de horas de funcionamento, pelo número de dias abertos e pela quantidade horas de funcionamento, vide tabela a seguir:

Equipamentos	Consumo médio de energia elétrica mensal (kWh)	Consumo Médio de Gás GLP Mensal (kg)
Forno a Gás Turbo	288	250
Forno Elétrico Turbo	191	-
Forno Elétrico a Lastro	2880	-
Fogão Industrial 4 bocas	-	117

Ao realizar o somatório dos equipamentos que fazem parte do sistema de cocção, podemos estimar o consumo médio mensal de energia elétrica do sistema sendo de 3359 kWh o que corresponde a 46,27% do consumo médio mensal da empresa. Já o gasto de gás GLP ao longo do mês está em aproximadamente 367 kg.

Medidas Recomendadas

O sistema de cocção da empresa é o principal consumidor de energia elétrica da empresa, em termos percentuais cerca de 46,27% do consumo médio mensal da empresa advém deste sistema. Além do grande consumo de gás GLP. A redução do consumo energético da empresa está atrelado a implementação das sugestões expostas a seguir:

Como existem equipamentos mal dimensionados, é necessário planejar a produção

na câmara não resulta em menor tempo de cozimento da fornada e nem na redução do consumo de energia. É preciso planejar a produção de modo que os produtos de confeitaria possam ser forneados no período de aquecimento, antes das fornadas de pães salgados.

Realizar manutenção preventiva tanto do sistema de isolamento térmico, quanto das resistências elétricas dos fornos, verificando o seu funcionamento a cada seis meses ou menos. Pois em uma fornada de 18 minutos, aproximadamente 13 minutos ocorrem o aquecimento advindo das resistências elétricas ligadas e nos minutos restantes o fim do processo de cocção é feito pela inércia térmica. Logo o isolamento térmico é imprescindível para o melhor aproveitamento do calor gerado pelas resistências do equipamento e as resistências com o correto funcionamento proporciona um aquecimento homogêneo, assegurando a melhor qualidade no produto e evitando retrabalho ou perda do produto

Realizar cursos de boas práticas de utilização dos fornos aos funcionários, ensinando-os a usa-los da melhor maneira possível e checar os equipamentos corretamente, identificando alguma falha em potencial.

Como citado anteriormente, grande parte dos equipamentos da empresa são velhos e conseqüentemente possuem um grande consumo energético. Logo, é sugerida a troca dos equipamentos encontrados nesse sistema, com exceção do forno turbo elétrico que possui um consumo dentro do especificado pelo IMETRO e do forno industrial por apresentar um baixo consumo. Os novos equipamentos estão dispostos a seguir:

Setor	Equipamentos	Quant	Potencia (W)	Consumo de GLP (kg/h)
Produção	Forno a Gás Turbo	1	184	0,9
	Forno Elétrico a Lastro	1	12000	-

Com os equipamentos sugeridos, no que tange ao consumo de energia elétrica e de gás GLP, o sistema de cocção fica disposto da seguinte maneira:

Equipamentos	Consumo médio de energia elétrica mensal (kWh)	Consumo Médio de Gás GLP Mensal (kg)
Forno a Gás Turbo	35	173
Forno Elétrico Turbo	191	-
Forno Elétrico a Lastro	1440	-
Fogão Industrial 4 bocas	-	117

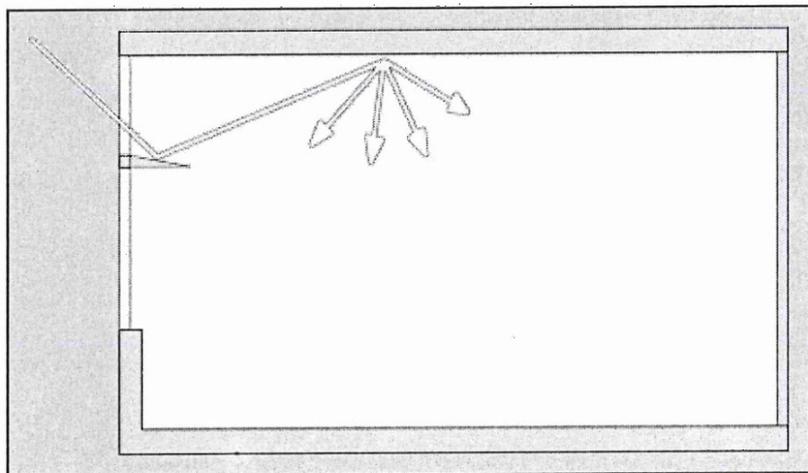
Portanto, estima-se que o consumo mensal de energia do sistema é de: 539 kWh/mês, correspondendo a 7,43% da média de consumo mensal.

Medidas Recomendadas

O sistema de iluminação da empresa, em comparativo aos demais, é o que possui as menores problemáticas. Entretanto o mesmo necessita de ajustes, principalmente no que tange o consumo, a seguir estão sugeridas as soluções para os problemas atuais do sistema:

No setor administrativo, é necessária a substituição das duas lâmpadas fluorescentes de 11 W por duas lâmpadas led de 15 W para conseguir chegar ao nível iluminância presente nas normas regulamentadoras, ou seja, para que o ambiente alcance uma iluminação recomendada.

Para aumentar a utilização da iluminação natural da empresa na área produtiva é necessário à implementação de prateleiras (bandejas de luz) nas janelas superiores, para refletir a luz natural para a laje de cor branca, aumentando o alcance da iluminação. Como podemos perceber na figura a seguir:



Nos banheiros dos funcionários, quanto nos banheiros dos clientes e nos estoques, é necessário a utilização de sensores de presença para ativar as lâmpadas, evitando que funcionários e clientes deixem a luz acionada ao sair dos recintos.

Boas práticas de utilização, evitando o mau uso dos equipamentos de iluminação, que muita das vezes é acionada em momentos desnecessários.

Após o fim da vida útil das lâmpadas fluorescentes que estão sendo utilizadas, substituir (gradativamente) por lâmpadas led, que possuem o mesmo nível de iluminância,

mas com um potencia menor (menor consumo de energia) e uma maior durabilidade. As substituições seguem a tabela 17:

Setor	Lâmpada	Quant.	Potencia Total (W)
Produção	Lâmpada Led (40 W)	4	160
Estoque	Lâmpada Led Tubular (15W)	2	30
Comercial	Lâmpada Led tubular (10W)	16	160
	Lâmpada Led (5W)	68	340
Administrativo	Lâmpada Fluorescente (15W)	2	30
Banheiro	Lâmpada Led (5W)	4	20

No que tange ao consumo de energia do sistema com as trocas sugeridas temos o seguinte:

Setor	Lâmpada	Tempo Médio de Funcionamento Diário (h)	Consumo (kWh)
Produção	Lâmpada Led (40 W)	12	50
Estoque	Lâmpada Led Tubular (15W)	1	1
Comercial	Lâmpada Led tubular (10W)	14	58
	Lâmpada Led (5W)	14	124
	Lâmpada de Led (3W)	14	40
Administrativo	Lâmpada Fluorescente (15W)	4	3
Banheiro	Lâmpada Led (5W)	1	1

Caso haja a substituição dos equipamentos do sistema de iluminação, estima-se que o consumo de energia seria de 277 kWh/mês, uma redução de 48,61% do consumo atual de energia elétrica do sistema, o que equivale a 3,61% do consumo médio mensal.

Investimento para a Troca dos Equipamentos

Uma das propostas realizadas para alcançar a eficiência energética na empresa estudada está na substituição dos equipamentos atuais da empresa, conforme os itens anteriores. Portanto foi realizado os orçamentos dos equipamentos em três estabelecimentos diferentes e com os valores encontrados nas cotações foi estipulado o preço médio por sistema, como estão dispostos nas tabelas a seguir:

Sistema de Refrigeração:

Setor	Equipamentos	Preço Médio (R\$)	Quant.	Preço Final (R\$)
Produção	Máquina de Gelo	5.500,00	1	5.500,00
	Câmara fria (14950L)	14,665,00	1	14.665,00
Total			2	20.165,00

Sistema de Cocção:

Setor	Equipamentos	Preço Médio (R\$)	Quant.	Preço Final (R\$)
Produção	Forno a Gás Turbo	4.862,00	1	4.862,00
	Forno Elétrico a Lastro	23.500,00	1	23.500,00
Total			2	28.362,00

Sistema de Iluminação:

Setor	Equipamentos	Preço Médio (R\$)	Quant.	Preço Final (R\$)
Produção	Lâmpada Led (40 W)	101,6	4	406,4
Estoque	Lâmpada Led Tubular (15W)	28,34	2	56,68
Comercial	Lâmpada Led tubular (10W)	20,22	16	323,52
	Lâmpada Led (5W)	10,80	68	734,40
Administrativo	Lâmpada Fluorescente (15W)	9,90	2	19,80
Banheiro	Lâmpada Led (5W)	10,80	4	43,20
Total			96	1584,00

O investimento total possui o valor médio de R\$ 50.111,00, portanto é necessário realizar uma análise econômica para identificar se o investimento é viável, ou seja, se dará retorno.

Investindo o montante estimado nos equipamentos selecionados resultaria numa diminuição no consumo de energia de 37.248 kWh/ano e de 924 kg de gás GLP, isto é, para o consumo de energia elétrica foi estimando a tarifa média acrescida de impostos sendo de R\$ 0,7333 por kWh, encontrando um retorno anual de R\$ 27.314,00 para o consumo de gás GLP foi estimado um valor de R\$ 4,23 por kg, gerando um retorno anual de R\$ 3.909,00. Totalizando um retorno anual total de R\$ 31.223,00.

Utilizando a ferramenta econômica conhecida como *payback* que é responsável por

meses ou 1,61 anos. Além disso, foi estimado o valor presente líquido (VPL) que é calculado para determinar o valor presente de pagamentos futuros descontados a uma taxa de juros definida, menos o custo do investimento inicial, encontramos um valor de + R\$ 31.828,00, considerando uma taxa de juros de 7% ao ano (inflação brasileira) e um período de três anos. Também foi estimado a taxa interna de retorno (TIR) responsável por avaliar se o dinheiro trará mais retorno se aplicado no projeto ou se mantido em uma aplicação financeira. Considerando o período de três anos e com uma taxa de juros de 7% ao ano (inflação brasileira), sendo encontrado o valor do TIR de 39,21%. Portanto as ferramentas financeiras comprovam que o investimento traria um retorno viável para a empresa. Além disso, estima-se que se o valor alocado para o investimento fosse para alguma aplicação financeira que rendesse 10% ao ano, no período de três anos os investidores receberiam um valor de R\$ 16.58,00, inferior ou valor do VPL estimado.

Conclusão

A eficiência energética é um fator importante para a manutenção da competitividade de qualquer estabelecimento. Além disso, agradeço aos proprietários do estabelecimento por me darem a oportunidade de realizar meu trabalho de conclusão de curso, aplicando os meus conhecimentos.

No sistema de refrigeração, no setor comercial, os equipamentos estão dentro do que está disponível no mercado, são novos e eficientes, portanto a eficiência energética nesse setor se dá apenas na manutenção preventiva e na fomentação de boas práticas de utilização junto aos funcionários da empresa. Já no setor produtivo, para alcançar a eficiência energética é indispensável a substituição dos equipamentos atuais por uma câmara fria de maior porte que possui um baixo consumo, como a sugerida pelo trabalho, atrelado às boas práticas de utilização e manutenção.

No sistema de cocção da empresa, o fogão industrial está conforme e não necessita ser alterado, visando a eficiência energética os fornos estão superdimensionados, levando a um aproveitamento ineficiente por fornada. A substituição destes equipamentos, com exceção do forno turbo elétrico, é indispensável, uma vez que esses fornos são o grande "gargalo" energético desse setor e conseqüentemente da empresa. Além disso, as manutenções preventivas no mínimo duas vezes ao ano, atrelado a boas práticas dos funcionários.

No sistema de iluminação, em um dos ambientes foi diagnosticado com iluminância

substituição para um equipamento mais potente para que o ambiente fique dentro das recomendações da NBR 5413. Além disso, para que ocorra a eficiência energética nesse setor é indispensável à troca gradativa dos equipamentos de iluminação atual após o fim de suas respectivas vidas úteis, pelos sugeridos neste trabalho.

Com os equipamentos sugeridos para substituição foi levado em consideração à média de custo dos equipamentos novos, nessa perspectiva, estima-se um investimento de R\$50.111,00, sendo considerado que os equipamentos antigos não serão comercializados ou utilizados como reserva, ou seja, fica a critério da empresa sua venda ou descarte. Tal investimento gerará uma economia de 37.248 kWh/ano e de 924 kg de gás GLP, totalizando um retorno anual total de R\$ 31.223,00. Realizando a análise deste investimento, conclui-se que o mesmo é viável, uma vez que o *payback* será aproximadamente de 19 meses, e no período de três anos temos um VPL de + R\$ 31.828,00 e do TIR de 39,21%.

Após ter sido feito um estudo das tarifas de energia elétrica do local, levantando o seu consumo médio mensal e a sua forma de tarifação, foi constatado a impossibilidade da troca do grupo de tarifação, uma vez que, para a realização desta troca é necessário realizar um contrato de demanda contratada de no mínimo 31,8 kW, muito aquém da demanda que a panificadora em estudo consome. Além disso, foi verificado que mesmo após as reformas de 2015 a rede elétrica não foi alterada e se encontra antiga e sem manutenção, se faz necessário uma manutenção corretiva (troca dos componentes) e posteriormente um programa de manutenção preventiva nesse sistema, evitando assim riscos de acidentes no trabalho, problemas de falta de distribuição de energia para o estabelecimento e também aumentar a qualidade da energia distribuída.

A eficiência energética é algo que só pode ser alcançado através da colaboração de todos da empresa, ou seja, é necessário criar uma cultura de conservação de energia, para que isso aconteça é aconselhável o investimento em cursos de capacitação dos funcionários realizado pela ABIP ou pelo SEBRAE. Outro ponto indispensável se encontra no desenvolvimento de uma cultura de planejamento e controle da produção, pois o que é produzido na empresa é baseado apenas na vivência, sem planejamento e não existe nenhum tipo de registro entradas e saídas dos produtos, comprometendo a gestão da empresa.

Como o investimento na troca de equipamentos é consideravelmente alto, mesmo com o retorno esperado, é recomendado que ao menos as medidas de menor custo citadas, ou seja, capacitação dos funcionários, boas práticas de utilização e realização de manutenções nos sistemas e na rede elétrica sejam realizadas pela empresa o mais rápido possível.

Mateus Contim Ramos

Mateus Contim Ramos



Responsável pela
Panificadora Pão Express Ltda

Governador Valadares

