

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**DEPARTAMENTO DE PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**  
**ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**MAIKEL CAMINHA WITTE**

**EFICIÊNCIA ENERGÉTICA: MAPEANDO OPORTUNIDADES EM**  
**INDÚSTRIA DE ALIMENTOS ATRAVÉS DE MELHORIAS**  
**OPERACIONAIS NOS SISTEMAS DE UTILIDADES.**

**MONOGRAFIA**

**PONTA GROSSA**

**2016**

**MAIKEL CAMINHA WITTE**



**EFICIÊNCIA ENERGÉTICA: MAPEANDO OPORTUNIDADES EM  
INDÚSTRIA DE ALIMENTOS ATRAVÉS DE MELHORIAS  
OPERACIONAIS NOS SISTEMAS DE UTILIDADES.**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Engenharia de Produção, do Departamento de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Flávio Trojan

**PONTA GROSSA**

**2016**

	<p>Ministério da Educação <b>UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ</b> <b>CAMPUS PONTA GROSSA</b> Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação Curso de Especialização em Engenharia de Produção</p>	
---	--	---

## FOLHA DE APROVAÇÃO

### **EFICIÊNCIA ENERGÉTICA: MAPEANDO OPORTUNIDADES EM INDÚSTRIA DE ALIMENTOS ATRAVÉS DE MELHORIAS OPERACIONAIS NO SISTEMA DE UTILIDADES.**

por

**Maikel Caminha Witte**

Esta monografia foi apresentada às onze horas e trinta minutos do dia 12 de março de 2016, como requisito parcial para a obtenção do título de ESPECIALISTA EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

**Prof. Dr. Ariel Orlei Michaloski**  
**(UTFPR)**  
Membro da Banca

**Prof. Dr. Flavio Trojan (UTFPR)**  
Orientador

Visto do Coordenador:

---

**Prof. Dr. Luis Mauricio de Resende**  
Coordenador  
CEEP – Câmpus Ponta Grossa

## **AGRADECIMENTOS**

Deixo aqui meus agradecimentos ao meu orientador Prof. Dr. Flávio Trojan, sempre prestativo, e se colocando a disposição em tudo no que eu precisaria para concluir este TCC;

Aos professores do curso de Especialização em Engenharia de Produção, pelos momentos prazerosos em sala de aula e pelo conhecimento repassado;

À Empresa por ter proporcionado a oportunidade da realização deste estudo sem restrições;

A todos os colegas da Empresa, que também contribuíram para a coleta dos dados aqui utilizados, pois sem estes nada seria possível realizar este estudo;

## RESUMO

WITTE, Maikel Caminha. **Eficiência energética**: Mapeando oportunidades em indústria de alimentos através de melhorias operacionais nos sistemas de utilidades. 2015. 54p. Monografia (Especialização em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2016.

Frente ao desfavorável cenário energético do país, este estudo tem por finalidade identificar possíveis oportunidades de melhoria da eficiência energética dentro da área de utilidades, compreendendo o sistema de refrigeração e também o de tratamento de efluentes de um frigorífico de industrializados (pizzas e pratos prontos) localizado na cidade de Ponta Grossa, no estado do Paraná, à medida que esses processos apresentam os maiores consumos de energia elétrica na planta citada. Foram levantados dados de consumo de energia elétrica dos equipamentos do processo de refrigeração e tratamento de efluentes. Foram observados dados de documentos, sistema SAP e também de medições em campo, na busca do quanto a refrigeração e o tratamento de efluentes consomem em relação aos demais processos. Como já era de conhecimento, a refrigeração se mostrou consumidora de uma parcela de 65% da energia elétrica da planta, dessa forma foram levantadas oportunidades de melhoria da eficiência por meio de literaturas e também na prática, usando a experiência dos operadores e técnicos como aliados. Das oportunidades citadas pelos autores, foram priorizadas 3 delas e realizados os cálculos dos retornos em consumo absoluto e financeiro, tendo por base o padrão de monitoramento diário/mensal dos indicadores de utilidades adotados na empresa. Testes foram realizados no 2 trimestre de 2015 em comparação com o 1 trimestre e se verificou grande resultado conquistado pela equipe. Para que o sucesso do trabalho fosse concretizado através de ótimos resultados alcançados, o envolvimento de toda linha organizacional do início até o final se mostrou de suma importância, promovendo assim a integração da área técnica com a produtiva e também uma mudança de comportamento, abertura para discussão de inúmeras oportunidades que até então não haviam sido questionadas, onde muitas vezes não há respostas para simples questionamentos de o por que fazemos isso dessa maneira, a utilização da metodologia do PDCA fez com que reuníssemos pessoas de diferentes áreas na busca do resultado.

**Palavras-chave:** Refrigeração. Eficiência. Energética. Frigorífico. Efluentes.

## ABSTRACT

WITTE, Maikel Caminha. **Energy efficiency:** Mapping opportunities in the food industry through operational improvements in utility systems. 2015. 54p. Monograph (Specialization in Production Engineering) - Federal Technology University - Parana. Ponta Grossa, 2016.

Against the unfavorable energy scenario of the country, this study aims to identify possible opportunities for improving energy efficiency in the area of utilities, including the cooling system, and the treatment of wastewater from a industrial refrigerator (pizzas and ready meals) located in the city of Ponta Grossa in the state of Paraná, as these processes have the highest electricity consumption in the said plant. electricity consumption data from the equipment cooling and treatment process of fluent were collected. document data were observed, SAP system and also measurements in the field, in search of as cooling and wastewater treatment consume compared to other processes. As was already known, refrigeration showed consumer a share of 65% of the electricity the plant thus were raised opportunities for improvement of efficiency through literature and in practice, using the experience of operators and technicians as allies . The opportunities cited by the authors, were prioritized three of them and performed the calculations of returns in absolute and financial consumption, based on the pattern of daily monitoring / monthly utilities of the indicators adopted in the company. Tests were carried out in 2 quarter of 2015 compared to the first quarter and found great results achieved by the team. For the success of the work was achieved through excellent results achieved, the involvement of the entire organization of the start line by the end proved to be of paramount importance, thus promoting the integration of the technical area with the productive and also a change in behavior, openness to discussion of numerous opportunities that hitherto had not been questioned, where there is often no simple answers to questions of why we do it this way, the use of PDCA methodology made reunite people from different areas in the search result.

**Keywords:** Refrigeration. Efficiency. Energy. Refrigerator. Effluent.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Ciclo de refrigeração por compressão de vapor.....	21
Figura 2 – Tratamento primário de efluentes por flotação .....	30
Figura 3 - PM200 - Multimedidores de energia.....	38
Figura 4 - Instrução de Trabalho Padrão Controle de Temperatura Túneis de Congelamento .....	44
Figura 5 - Cálculo de Impactos Financeiro no Indicador de Finais de Semana .....	45
Figura 6 - Padrão de Desligamentos Finais de Semana .....	45
Figura 7 - Lagoa Tratamento Secundário - Aeradores .....	46
Figura 8 - Centrífuga de Lodo .....	47
Figura 9 - Cálculo Financeiro Economia na Estação de Tratamento de Efluentes....	47
Figura 10 - Padrão Operacional Desligamento Aeradores na Estação de Tratamento de Efluentes .....	47
Gráfico 1 - Pareto comparando consumos das Utilidades com a Fábrica.....	39
Gráfico 2 - Pareto estratificado dos setores das Utilidades.....	40
Gráfico 3 - Gráfico Acompanhamento de temperaturas produtos.....	43
Gráfico 4 - Gráfico Acompanhamento de Consumos de Energia Elétrica Finais de Semana - 2015.....	45
Gráfico 5 - Comparativo dos consumos antes e depois do Trabalho Realizado.....	50

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Oportunidades levantadas.....	49
--	----



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
1.1 PROBLEMA .....	14
1.2 HIPÓTESE .....	15
1.3 OBJETIVO GERAL .....	15
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	16
1.5 JUSTIFICATIVA .....	16
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>17</b>
2.1 REFRIGERAÇÃO INDUSTRIAL .....	18
2.1.1 Ciclo De Refrigeração Por Compressão De Vapor .....	19
2.1.2 Equipamentos Do Sistema De Refrigeração .....	21
2.1.2.1 Compressores .....	21
2.1.3 Operação do Sistema de Refrigeração .....	23
2.2 TRATAMENTO DE EFLUENTES .....	24
2.1.2 Tipos de tratamento de efluentes .....	28
2.1.2.1 O tratamento secundário de efluentes .....	31
2.1.2.2 Alimentos industrializados .....	34
<b>3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	<b>35</b>
3.2 LOCAL DE REALIZAÇÃO DO ESTUDO .....	36
3.3 COLETAS DE DADOS .....	37
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>37</b>
4.1 MAPEAMENTO DOS PRINCIPAIS PROCESSOS CONSUMIDORES DE ENERGIA ELÉTRICA .....	38
4.2 PROCESSO GERAÇÃO DE FRIO .....	40
4.3 OPORTUNIDADES E AÇÕES .....	42
4.3.1 Super Congelamento de Produtos .....	42
4.3.2 Consumos de Energia Elétrica em Finais de Semana .....	44
4.3.3 Economia de Energia na Estação de Tratamento de Efluentes .....	45
<b>5 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES</b> .....	<b>48</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>51</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Independentemente da forma de energia, o homem sempre a utilizou desde o princípio dos tempos para sua sobrevivência e bem-estar. A diferença básica na utilização da energia entre o homem primitivo e o tecnológico deve-se à quantidade utilizada por cada um. Segundo Goldemberg e Lucon (2007), há um milhão de anos, o homem primitivo utilizava cerca de 2000 quilocalorias (kcal) por dia para sobreviver. Ele obtinha essa energia por meio do alimento. O desenvolvimento da sociedade e o consumo de energia se apresentam intimamente ligados, em determinados aspectos, estabelecendo uma relação clara entre causa e efeito. Para Goldemberg (1998) o consumo de energia per capita pode ser utilizado como um indicador social, no qual é possível identificar problemas que afetam os países.

Com o passar do tempo, o homem foi dominando outras formas de energia, como o fogo, com isso a lenha passou a ser a principal fonte energética, e sua finalidade era quase que exclusivamente para se aquecer e cozer os alimentos. Com o domínio da eletricidade, o uso de combustíveis fósseis e o surgimento dos diversos meios de transporte, o homem tecnológico consome uma quantidade de energia muito além daquela consumida pelo homem primitivo. Além de consumir mais alimento, ele utiliza de energia em moradia, indústria, agricultura e transporte. Segundo Goldenberg e Lucon (2007), no ano de 2003, cada um dos seis bilhões de habitantes do planeta consumiu em média cerca de um milhão de vezes o que consumia o homem primitivo. Isso mostra claramente uma curva crescente de consumo energético ao longo dos séculos.

A energia é um componente essencial para o desenvolvimento social e econômico e por isso deve ser objeto de atenção tanto das empresas quanto das próprias nações. A busca de fontes de energia para sustentar o desenvolvimento se depara tanto com aspectos tradicionais quanto o econômico e os contemporâneos, além dos impactos ambientais decorrentes da geração, transmissão e consumo de energia. Nesse contexto, as organizações devem incluir a energia em seu foco de atenção tanto na gestão organizacional, responsável pelas atividades diárias, quanto em uma estratégia que privilegie os aspectos econômicos e ambientais, a fim de estabelecer a sustentabilidade de suas atividades.

Para que as organizações se mantenham sustentáveis no mercado mundial, o conceito de gestão aplicado ao negócio não é mais um diferencial e sim uma

necessidade básica, pois somente com um sistema de gestão maduro e participativo é possível criar pilares sólidos e resistentes mantendo assim às empresas estruturadas para as oscilações do mercado e as necessidades dos clientes.

A energia é um insumo fundamental para assegurar o desenvolvimento econômico e social de um país. Devido a sua importância, foi criado pelos Ministérios de Minas e Energia e da Indústria e Comércio e gerido por uma secretaria executiva subordinada à Eletrobrás o PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. Seu objetivo é promover a racionalização da geração e do consumo de energia elétrica para que se elimine o desperdício e se reduza os custos e os investimentos setoriais (PROCEL, 2011). A racionalização de seu uso apresenta-se como alternativa de baixo custo e de curto prazo de implantação (MONTEIRO e ROCHA, 2005). Em alguns casos, significativas economias podem ser obtidas apenas com mudanças de procedimentos e de hábitos, além de impactar positivamente o meio ambiente.

Dentre os aspectos econômicos envolvidos nas atividades de racionalização do uso de energia, deve-se destacar a valorização da imagem e a visão estratégica da empresa. Hoje, o mercado exige produtos de empresas comprometidas com ações de proteção ao meio ambiente.

Em termos práticos, uma das estratégias passa pelo diagnóstico energético, também conhecido como auditoria energética, que consiste no levantamento de dados e informações sobre o suprimento e usos finais de energia no processo produtivo da empresa, com vistas à avaliação da situação atual, pontos positivos e pontos negativos, que permita a definição objetiva de ações de melhoria a serem conduzidas (GUILLIOD, 2010). Em outros termos, é preciso conhecer, diagnosticar a realidade energética, para então estabelecer as prioridades, implantar os projetos de melhoria e de redução de perdas e acompanhar seus resultados, em um processo contínuo (MARQUES, 2006).

## 1.1 PROBLEMA

Com o cenário energético do país cada vez mais desfavorável e o apelo ambiental forte trazido pelo consumo excessivo de energia elétrica, a busca pela melhoria da eficiência dos processos inseridos na cadeia de produtos processados

está cada vez mais acentuada, pressões por parte do governo com altas tarifas e multas por consumo elevado despertaram o sinal de alerta dentro das organizações.

Uma das maneiras de rápida reação é a aplicação de auditorias energéticas para o mapeamento dos maiores consumidores de energia dentro do processo e priorização de ações para otimizar o desempenho das instalações. Sabe-se de antemão que em um frigorífico de industrializados (pizzas e pratos prontos) os maiores consumidores estão alocados na área de utilidades, sendo a refrigeração como maior vilã, seguida pelo tratamento de efluentes. São os setores onde se empregam os maiores motores elétricos, que também por muitas vezes, aspectos comportamentais influenciam negativamente o desempenho. Serão levantados aspectos em que a operação do sistema influencia de maneira negativa, de modo a embasar alternativas para auxiliar na percepção de oportunidades de melhoria no desempenho dos sistemas de geração de frio e tratamento de efluentes.

É possível em um processo produtivo como a atividade de processamento/industrialização de pizzas e pratos prontos, sendo o foco a utilidades (refrigeração e tratamento de efluentes) da área industrial, promover uma mudança comportamental em busca de melhores resultados no consumo de energia elétrica, evitando em primeira instância o emprego de investimento financeiro?

## 1.2 HIPÓTESE

A hipótese da pesquisa é que a energia elétrica do frigorífico em questão não é utilizada de forma racional em todos os processos, sendo o foco nas utilidades (refrigeração e tratamento de efluentes), maiores consumidores dentro da cadeia, tendo oportunidades de melhorias em eficiência energética através de ações focadas na eliminação de desperdícios.

## 1.3 OBJETIVO GERAL

Identificar e apontar oportunidades de melhorias operacionais (sem investimento financeiro) em cima dos maiores consumidores de energia elétrica,

bem como definir procedimentos/padrões para melhor acompanhamento futuro, seja na rotina ou em auditorias com foco em desperdícios.

#### 1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conhecer o processo de industrialização de pizzas e pratos prontos para melhor entendimento da aplicação da refrigeração e tratamento de efluentes em suas operações, bem como os valores de consumo de energia elétrica;
- Identificar oportunidades de melhoria da eficiência energética nas operações de refrigeração e tratamento de efluentes através de estudo teórico e dados coletados em campo;
- Propor ações de melhoria visando eliminação de desperdícios por falhas operacionais.

#### 1.5 JUSTIFICATIVA

A demanda de energia é uma curva crescente e em constante ascensão. De um lado, os países necessitam crescer economicamente, aumentar as exportações e incrementar seus PIBs. Dessa necessidade faz-se necessária a demanda de uma maior produção energética. Por outro lado, a sociedade com um maior poder aquisitivo, consome mais bens, adquire mais equipamentos e se locomove a maiores distâncias. Como há uma solicitação maior de energia, há duas alternativas a se seguir.

A primeira reflete no investimento do sistema elétrico: geração, subestações e linhas de transmissão. Independente do tipo de energia utilizada, todas impactam negativamente sobre o ambiente. Usinas hidráulicas, apesar de utilizarem fontes renováveis, alagam grandes áreas e ecossistemas são destruídos. Termoelétricas movidas a combustíveis fósseis lançam quantidades significativas de CO<sub>2</sub> para a atmosfera. Usinas nucleares são suscetíveis a acidentes praticamente incontroláveis.

Outra alternativa para suprir a demanda solicitada é encontrada nos programas de conservação de energia e gestão e eficiência energética. Tais

programas contribuem para a diminuição da necessidade de expansão do setor energético, redução de custos em energia, em instituições e, principalmente, minimizam os impactos ambientais causados pelos gases de efeito estufa lançados à atmosfera. Interessante também é o fato de que o custo de conservar 1kWh de energia é geralmente mais barato do que produzir a mesma quantidade de energia (JANNUZZI, 1997).

Levando-se em consideração o que foi mencionado até o momento, deve-se destacar que há necessidade de maior demanda de energia e diminuição de impactos ambientais, tornando evidente que programas de conservação de energia são possivelmente eficientes para suprir tais necessidades.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Segundo Graça (1990), uma característica extremamente atual da demanda de energia é a expansão do consumo elétrico e sua penetração em todos os aspectos da vida moderna. Sua versatilidade e limpeza no uso final fazem deste vetor energético ideal para o uso nas grandes cidades, onde a alta concentração de uso de energia e de pessoas faz com que suas qualidades sejam altamente valorizadas. Em particular, o que vem ocorrendo em muitos países do terceiro mundo é um aumento da importância da energia elétrica nas suas matrizes de energia, seja pelo aumento da sua penetração em novas regiões, seja pela ampliação de seu uso em novos processos produtivos, seja pela expansão do uso de equipamentos elétricos ligados ao condicionamento ambiental, à preservação de alimentos e à higiene.

A eletricidade possui importante papel em todo o processo de modernização da economia, em especial quando o país tem o objetivo de desenvolver seus sistemas de comunicação e ingressar na era eletrônica e da informação. Por isto, esta fase de desenvolvimento tem como corolário o aumento significativo do consumo elétrico, que é consequência das novas necessidades sociais.

A produção de energia elétrica é, entre as atividades desenvolvidas pelo homem, uma das mais intensivas em recursos naturais, produzindo importantes alterações no ambiente, muitas vezes negativas. Considerando a importância crescente da energia para o bem-estar da população e para continuidade das

atividades econômicas, a busca por um desenvolvimento sustentável passa necessariamente pelo aumento da eficiência e conservação energética, aliadas ao uso de uma variedade de fontes renováveis o mais breve possível.

As políticas de conservação e eficiência energética são uma resposta ao impasse existente entre o aumento no consumo de energia elétrica e restrições ambientais. Por meio deste planejamento, implementação e acompanhamento de atividades que modificam a curva de carga dos consumidores e/ou racionalizam a produção de energia elétrica, é possível reduzir o consumo de energia e evitar desperdícios (BANDEIRA e CAMARGO, 2001).

## 2.1 REFRIGERAÇÃO INDUSTRIAL

O emprego dos meios de refrigeração já era do conhecimento humano mesmo na época das mais antigas civilizações (FERRAZ e GOMES, 2008). Cerca de 25% da produção de alimentos perecíveis no mundo é refrigerada (GEORGE, 1993), existindo ainda uma vasta estrutura para produção, transporte e estocagem desses alimentos.

Segundo Stoecker (2002) a refrigeração industrial poderia ser caracterizada pela faixa de temperatura de operação. No limite inferior, as temperaturas podem atingir valores entre -60 a -70°C e 15°C no limite superior. Outra forma de caracterizar a refrigeração industrial seria através das aplicações. Assim a refrigeração industrial poderia ser descrita como sendo o processo utilizado nas indústrias químicas, de alimentos, de processos, indústria manufatureira e laboratório.

Segundo Dossat (1980), a refrigeração é utilizada em processos de mudança das características ou mesmo estrutura química, o que se denominará de processamento de alimentos. Entre aqueles que sofrem processamento durante sua preparação, podem ser citados: queijos, bebidas, como cerveja, vinhos e sucos cítricos, e café instantâneo.

Segundo Neves Filho (1997), a utilização do frio é um instrumento de grande importância para a conservação de alimentos, remédios, produtos químicos entre outros. É praticamente um recurso natural para evitar o crescimento de microorganismos prejudiciais aos produtos, retardar reações químicas indesejáveis,

manter a estrutura física inalterada, permitir o transporte a regiões distantes, garantir a higiene sanitária na manipulação de alimentos, entre outros.

O condicionamento de ar na indústria pode ser dividido em duas categorias: conforto e industrial. Enquanto o condicionamento de ar para conforto visa às pessoas, o industrial tem por objetivo satisfazer condições de processo (STOECKER, 2002).

Para a correta utilização dos sistemas frigoríficos é muito importante a seleção dos equipamentos de refrigeração uma vez que se os equipamentos não atenderem à potência frigorífica requerida de uma câmara, não é possível resfriar o ar da câmara nem o produto que ela contém. Por outro lado, equipamentos superdimensionados além de serem mais caros, consomem mais energia e tem menor vida útil por estarem constantemente em liga-desliga.

Entre os principais sistemas de refrigeração estão os sistemas por absorção, os sistemas por efeito termoelétricos e os sistemas por compressão de vapor. Os sistemas por compressão de vapor são predominantes, especialmente nas instalações industriais para processamento e armazenagem de alimentos e em equipamentos de pequeno porte, como refrigeradores e condicionadores de ar compactos.

### 2.1.1 Ciclo De Refrigeração Por Compressão De Vapor

O ciclo de refrigeração tem como finalidade atingir as temperaturas necessárias ao processamento e armazenagem dos produtos. Os requisitos de temperatura e pressão ideais de operação do ciclo de refrigeração são determinados pelo conhecimento das características do produto e do processo, bem como do ciclo e seus componentes.

Ciclo é todo processo onde o estado inicial e final coincidem. No caso do ciclo de refrigeração a vapor, ele remonta a um sistema de refrigeração, onde se tem um líquido refrigerante que é comprimido, condensado e expandido, voltando à condição inicial. Esse é o sistema de refrigeração mais comum atualmente conforme Shapiro et al (2005).

Mais detalhadamente, o trabalho fornecido ao compressor é utilizado para elevar a pressão e a temperatura do fluido refrigerante gasoso que chega ao compressor. O vapor, a alta pressão e temperatura, segue até o condensador onde



rejeita calor para o meio, condensando o fluido refrigerante. O líquido condensado segue em direção a um dispositivo de expansão, onde passa do estado líquido a alta pressão (num processo isoentálpico) para uma mistura líquido vapor, a baixa pressão e temperatura. O fluido refrigerante então retira calor do ambiente ou sistema a ser refrigerado, utilizando esse calor para se vaporizar, seguindo em direção ao compressor, onde completa o ciclo.

Os processos termodinâmicos que constituem o ciclo teórico em seus respectivos equipamentos são:

a) Processo 1→2: Ocorre no compressor, sendo um processo adiabático reversível e, portanto, isoentrópico. O refrigerante entra no compressor à pressão do evaporador ( $P_0$ ) e com título igual a 1 ( $x=1$ ). O refrigerante é então comprimido até atingir a pressão de condensação ( $P_c$ ) e, ao sair do compressor está superaquecido à temperatura  $T_2$ .

b) Processo 2→3: Ocorre no condensador, sendo um processo de rejeição de calor do refrigerante para o meio de resfriamento (ar, água ou outro fluido), à pressão constante. Neste processo, o fluido refrigerante é resfriado da temperatura  $T_2$  até a temperatura de condensação  $T_C$  e, a seguir, condensado até se tornar líquido saturado na temperatura  $T_3$ .

c) Processo 3→4: Ocorre no dispositivo de expansão, sendo uma expansão irreversível a entalpia constante (processo isentálpico), desde a pressão  $P_C$  e líquido saturado ( $x=0$ ), até a pressão de vaporização ( $P_0$ ). Observe que o processo é irreversível e, portanto, a entropia do refrigerante na saída do dispositivo de expansão ( $s_4$ ) será maior que a entropia do refrigerante na sua entrada ( $s_3$ ).

d) Processo 4→1. Ocorre no evaporador, sendo um processo de transferência de calor a pressão constante ( $P_0$ ), conseqüentemente a temperatura constante ( $T_0$ ), desde vapor úmido (estado 4), até atingir o estado de vapor saturado seco

(x=1).

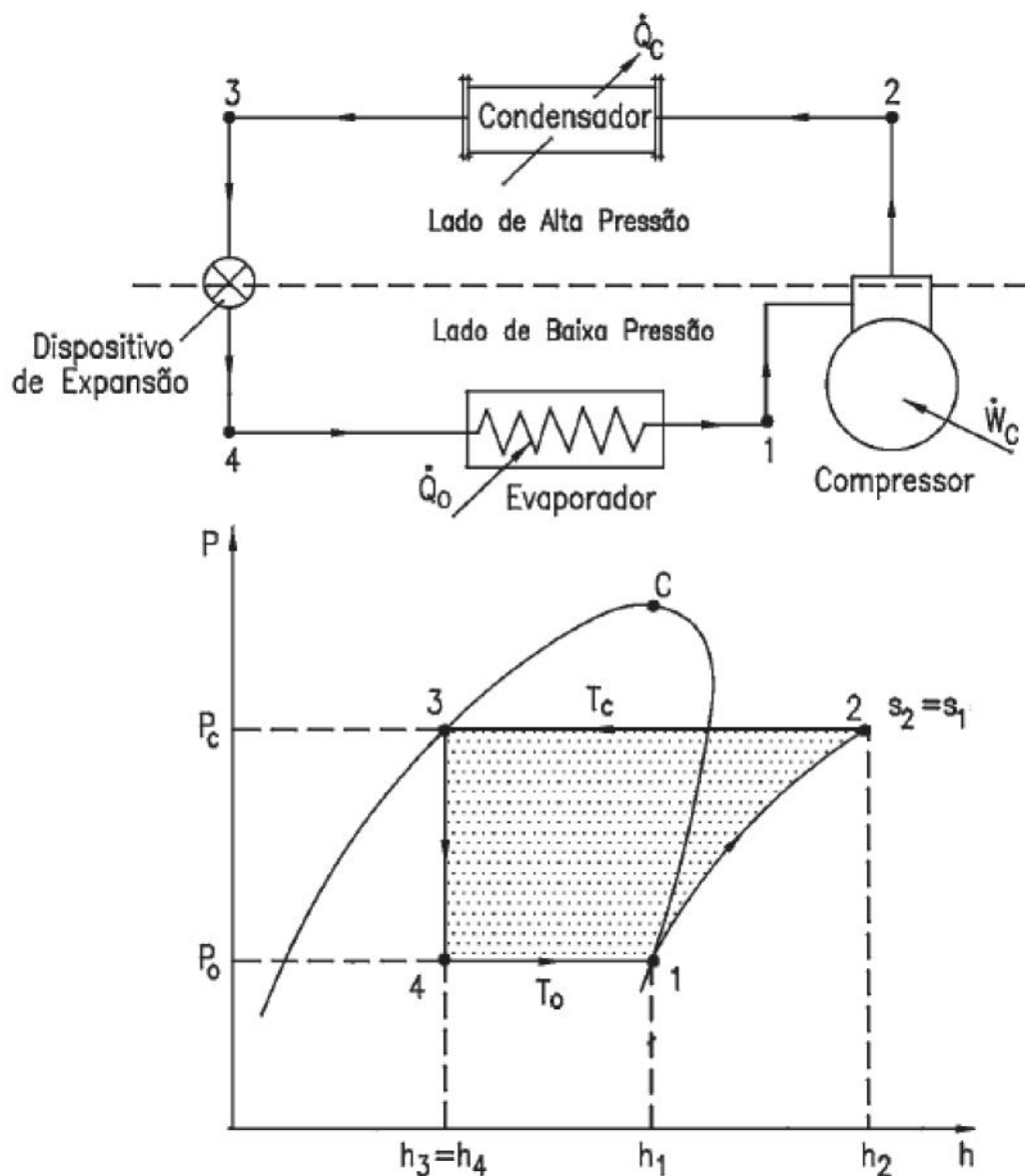


Figura 1 – Ciclo de refrigeração por compressão de vapor  
Fonte: DOSSAT, R.J.; 1980

## 2.1.2 Equipamentos Do Sistema De Refrigeração

### 2.1.2.1 Compressores

O compressor é um equipamento mecânico capaz de transferir a energia recebida do motor elétrico para o fluido refrigerante, e se caracteriza como um dos

principais componentes do sistema de refrigeração. Sua função é aumentar a pressão do fluido refrigerante e promover a circulação desse fluido no sistema.

Nas instalações industriais, os principais tipos de compressores encontrados são alternativos e parafuso, utilizando R-717 (amônia anidra – NH<sub>3</sub>) como fluido refrigerante (YORK REFRIGERATION, 2008). A escolha do tipo de compressor depende essencialmente da capacidade da instalação, da temperatura de vaporização e do fluido refrigerante utilizado.

Compressores alternativos trabalham por compressão via pistão, são empregados em sistemas de pequeno e médio porte devido limitação da sua capacidade. Já os compressores parafuso comprimem mediante dois rotores acoplados a altas rotações, o que proporciona maior capacidade, dessa forma são empregados em sistemas de refrigeração robustos.

Esses equipamentos são considerados o “coração” do sistema de refrigeração, são eles que bombeiam o fluido refrigerante. São também, com folga, os maiores consumidores de energia elétrica devido demandarem grandes motores elétricos para realizar o trabalho de compressão.

#### 2.1.2.2. Condensadores

Condensadores são os elementos do sistema de refrigeração que têm a função de transformar o gás quente a alta pressão, oriundo do compressor, em líquido, rejeitando o calor contido no fluido refrigerante para o meio externo.

Os quatro tipos de condensadores aplicados na refrigeração industrial são resfriados a ar, resfriados a água (casco tubo ou a placas) e evaporativos. Na refrigeração industrial predomina o tipo evaporativo (MARTINELLI JUNIOR, 2003).

Os condensadores evaporativos possuem característica construtiva semelhante a uma torre de resfriamento. O calor rejeitado pelo refrigerante é transferido sucessivamente à água e ao ar ambiente através da evaporação desta.

#### 2.1.2.3. Recipientes de líquido e separadores de líquido

Para armazenar a carga total de refrigerante, seja durante as paradas de manutenção ou durante as variações de carga térmica do processo produtivo, todo sistema de refrigeração deve ter um recipiente, permitindo que o sistema seja continuamente abastecido. Em instalações industriais, está localizado geralmente abaixo dos condensadores, de forma a receber por gravidade, o refrigerante líquido.

Os separadores de líquido têm a função de separar líquido e vapor e evitar que o refrigerante em estado líquido seja aspirado pelos compressores.

A outra função do separador é a de absorver as variações de volume de fluido refrigerante consequentes das mudanças de carga térmica do sistema e na pressão de sucção, ocasionadas pela variação de capacidade dos compressores e variação da demanda de frio dos equipamentos de processo.

#### 2.1.2.4. Evaporadores

O evaporador constitui a interface entre o processo de produção e o circuito de refrigeração. É onde ocorre a troca de calor entre o fluido refrigerante e o produto ou ambiente a ser refrigerado, ocorrendo com isto a evaporação do fluido refrigerante. Geralmente, na indústria, esses equipamentos são dotados de ventiladores que facilitam a troca térmica através da circulação do ar no ambiente.

#### 2.1.2.5. Dispositivos de expansão

Esses dispositivos reduzem a pressão e regulam a vazão do fluido refrigerante. Quando está instalada na linha de líquido a alta pressão, ela reduz bruscamente a pressão e conseqüentemente a temperatura. Amônia a alta pressão líquida é transformada em amônia a baixa pressão líquida com formação de 'flash' (gás de amônia). Quando está instalada na linha de líquido de baixa pressão, ela regula a vazão da amônia, controlando a temperatura de evaporação.

Esses dispositivos podem ser manuais ou automáticos, sendo que na indústria, mesmo com o grande avanço tecnológico progressivo, o tipo que mais se emprega são os manuais, à medida que após uma vez ajustados, dificilmente precisarão de nova regulação, a não ser que alguma variável do processo mude, como regime de operação (temperatura), carga térmica demandada, etc.

### 2.1.3 Operação do Sistema de Refrigeração

Importante e decisivo ponto a observar dentro de um frigorífico quando analisado a área de geração de frio e sua parcela de consumo energético, é de que forma é operado o sistema e se existem oportunidades de melhoria.

Melhorias práticas operacionais simples podem auxiliar na redução do consumo de energia em até 15% (VICTORIA, 2009).

Bellstedt (2012) aponta diversos fatores que influenciam diretamente no rendimento do sistema de refrigeração, dentre eles alguns operacionais, que podem ser observados durante os estudos no processo de abate de aves:

- Para cada 1°C de rebaixamento da temperatura da descarga do sistema, temos de 2 a 3% de economia de energia nos compressores;
- Para cada 10°C de aumento da temperatura da sucção de sistemas duplo estágio, temos 18% de economia de energia nos compressores.

Tassani (2012) explora outras alternativas operacionais para verificação, que também possuem íntima ligação com a otimização do sistema de refrigeração:

- Condensadores precisam estar com manutenções em dia e com a superfície de troca térmica (tubos) limpa, sem incrustações comuns nesses equipamentos, que invariavelmente prejudicam o rendimento;
- Evaporadores das câmaras frigoríficas devem trabalhar com degelos realizados periodicamente, à medida que o gelo é um isolante térmico e prejudica muita a troca de calor entre o fluido refrigerante e o ambiente e/ou produto a resfriar ou congelar.

Victoria (2009) fala ainda sobre o resfriamento ou congelamento dos produtos além do necessário, ocasionando desperdício de energia elétrica através do trabalho do sistema de refrigeração.

## 2.2 TRATAMENTO DE EFLUENTES

O foco neste trabalho é a água captada diariamente para ser utilizada no processo de industrialização de pizzas e pratos prontos, recurso este, que parte retorna novamente aos corpos d'água após a utilização, deixando claro o cuidado que devemos dispensar em seu tratamento. Cada vez mais se tem dado valor a preservação dos recursos hídricos, visto quanto é importante a água para a sobrevivência do ser humano (VALVERDE, 2008).

A água é utilizada de diversas formas dentro do processo, onde podemos citar: tanques de cozimento de molhos, tanques de resfriamentos de massas, higienizações diversas, incorporação ao produto, esgotos sanitários, entre outros de menor significância. Com exceção da parcela de água incorporada ao produto, da consumida pelos colaboradores e das perdas por evaporação, toda quantidade restante contamina-se pelos resíduos durante o processo e temos então o efluente líquido.

Apesar da evolução e tecnologias mais limpas de produção, não há como termos processos sem geração de resíduos que necessitam de tratamento, à medida que nos casos onde é possível 100% de eficiência, os custos se mostram proibitivos, não sendo viáveis as organizações (SENAI, 2008).

Que temos que realizar o tratamento do efluente gerado nas indústrias e residências todo mundo concorda, mas será que todos sabem o motivo? Não é muito difícil de compreendermos. Primeiro devemos tratar para evitar a transmissão de doenças através da água contaminada, segundo é nosso dever preservarmos e protegermos o ambiente aquático que retiramos esse importante recurso e as vidas que dele dependem. A natureza possui o poder de se auto recuperar quando poluído os mananciais, historicamente sempre foi assim, porém nos dias de hoje a capacidade poluidora do homem já ultrapassou a de autolimpeza do meio ambiente.

Para definir a qualidade dos efluentes gerados, devem ser obtidas informações mensuráveis com o intuito de se definir os parâmetros físicos, químicos e biológicos, conforme a citação abaixo.

A qualidade da água é representada por características intrínsecas, geralmente mensuráveis, de natureza física, química e biológica. Estas características, se mantidas dentro de certos limites, viabilizam determinado uso. Esses limites constituem os padrões da qualidade da água. (VITERBO, 1998, p. 59)

No projeto de uma Estação de Tratamento de Efluentes (ETE), normalmente não há interesse em se determinar os diversos compostos do qual a água é constituída, pois esses dados não são diretamente utilizáveis como elementos de projeto e operação (SPERLING 2005). Dessa forma, é preferível a utilização de parâmetros indiretos que traduzam o caráter ou o potencial poluidor do despejo em

questão. Os referidos parâmetros definem a qualidade do efluente, podendo ser divididos em três grandes categorias: parâmetros físicos, químicos e biológicos.

Para Viterbo (1998), nos parâmetros físicos, são predominantes os fenômenos físicos (ou mecânicos). Caracterizam-se principalmente pelos processos de remoção das substâncias fisicamente separáveis dos líquidos (sólidas), ou que não se encontram dissolvidas. Nos parâmetros químicos, os produtos químicos geralmente são aplicados em conjunto com os parâmetros físicos e/ou biológicos, ou seja, raramente são utilizados isoladamente. São utilizados quando o emprego de processos físicos ou biológicos não atende ou não atuam eficientemente nas características que se deseja reduzir ou remover.

De acordo com Viterbo (1998), parâmetros biológicos são processos que dependem da ação dos microrganismos presentes nos esgotos, buscando transformar componentes complexos em compostos simples, como os sais minerais, o gás carbônico, entre outros.

#### 2.2.1. Características dos efluentes

As características sensoriais dos efluentes notadamente o odor e a cor aparente são muito importantes, pois despertam as atenções inclusive dos leigos podendo ser objeto de atenção das autoridades. O odor nos efluentes industriais pode ser devido à exalação de substâncias orgânicas ou inorgânicas devidas a: reações de fermentação decorrentes da mistura com o esgoto (ácidos voláteis e gás sulfídrico); aromas (indústrias farmacêuticas, essências e fragrâncias); solventes (indústrias de tintas, refinarias de petróleo e polos petroquímicos); amônia do chorume. A cor dos efluentes é outra característica confusamente controlada pela legislação (GIORDANO, 1999). O lançamento de efluentes coloridos atrai a atenção de quem estiver observando um corpo hídrico. A cor no ambiente é a cor aparente, composta de substâncias dissolvidas (corantes naturais ou artificiais) e coloidais (turbidez).

As características físico-químicas são definidas por parâmetros sanitários que quantificam os sólidos, a matéria orgânica e alguns de seus componentes orgânicos ou inorgânicos. Os compostos com pontos de ebulição superiores ao da água serão sempre caracterizados como componentes dos sólidos. Os sólidos são compostos por substâncias dissolvidas e em suspensão, de composição orgânica e

ou inorgânica. Analiticamente são considerados como sólidos dissolvidos àquelas substâncias ou partículas com diâmetros inferiores a 1,2  $\mu\text{m}$  e como sólidos em suspensão as que possuem diâmetros superiores.

A matéria orgânica está contida na fração de sólidos voláteis, mas normalmente é medida de forma indireta pelas demandas bioquímicas de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO). A DBO mede a quantidade de oxigênio necessária para que os microrganismos biodegradem a matéria orgânica. A DQO é a medida da quantidade de oxigênio necessária para oxidar quimicamente a matéria orgânica. A matéria orgânica ao ser biodegradada nos corpos receptores causa um decréscimo da concentração de oxigênio dissolvido (OD) no meio hídrico, deteriorando a qualidade ou inviabilizando a vida aquática.

A matéria orgânica pode ser medida também como carbono orgânico total (COT), sendo este parâmetro utilizado principalmente em águas limpas e efluentes para reuso.

Outros componentes orgânicos tais como os detergentes, os fenóis e os óleos e graxas podem ser analisados diretamente. Os detergentes são industrialmente utilizados em limpezas de equipamentos, pisos, tubulações e no uso sanitário. Podem ser utilizados também como lubrificantes. Existem os detergentes catiônicos e os aniônicos, mas somente os últimos são controlados pela legislação.

Os fenóis podem originar-se em composições desinfetantes, em resinas fenólicas e outras matérias primas.

Os óleos e graxas estão comumente presentes nos efluentes tendo as mais diversas origens. Nesse caso, o frigorífico é uma fonte riquíssima desse tipo de dejetos. As oficinas mecânicas, casa de caldeiras, equipamentos que utilizem óleo hidráulico além de matérias primas com composição oleosa (gordura de origem vegetal, animal e óleos minerais).

O potencial hidrogeniônico (pH), indica o caráter ácido ou básico dos efluentes. Nos tratamentos de efluentes o pH é um parâmetro fundamental para o controle do processo.

A matéria inorgânica é toda àquela composta por átomos que não sejam de carbono (exceto no caso do ácido carbônico e seus sais). Os poluentes inorgânicos são os sais, óxidos, hidróxidos e os ácidos. Os sais não inertes são também analisados separadamente, sendo os principais: os sulfatos que podem ser



reduzidos aos sulfetos; os nitratos e nitritos que podem ser desnitrificados; sais de amônia que podem ser nitrificados.

O nitrogênio e o fósforo são elementos presentes nos esgotos sanitários e nos efluentes industriais e são essenciais às diversas formas de vida, causando problemas devido à proliferação de plantas aquáticas nos corpos receptores. Nos efluentes industriais podem ser originados em proteínas, aminoácidos, ácidos fosfóricos e seus derivados.

Os metais são analisados de forma elementar. Os que apresentam toxicidade são os seguintes: alumínio; cobre; cromo; chumbo; estanho; níquel; mercúrio; vanádio; zinco. A toxicidade dos metais é função também de seus números de oxidação (cromo trivalente e hexavalente, etc). Outros metais tais como o sódio, cálcio, magnésio, e potássio são analisados principalmente em casos de reuso de águas ou em casos nos quais a salinidade do efluente influencie significativamente em processos de corrosão, incrustação e osmose.

### 2.1.2 Tipos de tratamento de efluentes

De acordo com Viterbo (1998), o tratamento de efluentes pode ser: primário, secundário e terciário. O Primário normalmente caracteriza-se por processos físicos que, podendo também receber auxílio de processos químicos, constituem-se de: flotação; decantação; e neutralização. O tratamento primário destina-se à remoção de sólidos por sedimentação ou flotação (utilizando-se sedimentadores ou flotadores), ou pela associação de coagulação e floculação química (clarificação físico-química para a remoção de matéria orgânica coloidal ou óleos e gorduras emulsionados). Nesta etapa são removidos normalmente componentes tóxicos (excesso de detergentes, corantes, amidas, etc), matéria orgânica, gorduras e metais pesados (dissolvidos).

O tratamento secundário consiste em melhorar, sob condições artificiais, o fenômeno de degradação de matéria orgânica e de alguns compostos inorgânicos que ocorrem na natureza. Os microrganismos (bactérias, algas, protozoários e fungos) degradam a matéria orgânica. O processo de lodos ativados é um dos processos de tratamento biológico mais utilizado na indústria, pois é o processo mais versátil. Este consiste na aeração de despejos biologicamente degradáveis por

certo período de tempo até que uma grande massa de flocos sedimentáveis seja formada. Tais sólidos sedimentáveis são chamados de lodo ativado. As bactérias presentes no lodo ativado são responsáveis pela decomposição da matéria orgânica do despejo. Após o tratamento no reator, a massa biológica é separada do líquido em um decantador, sendo parte dos sólidos biológicos reciclados e parte descartada no sistema.

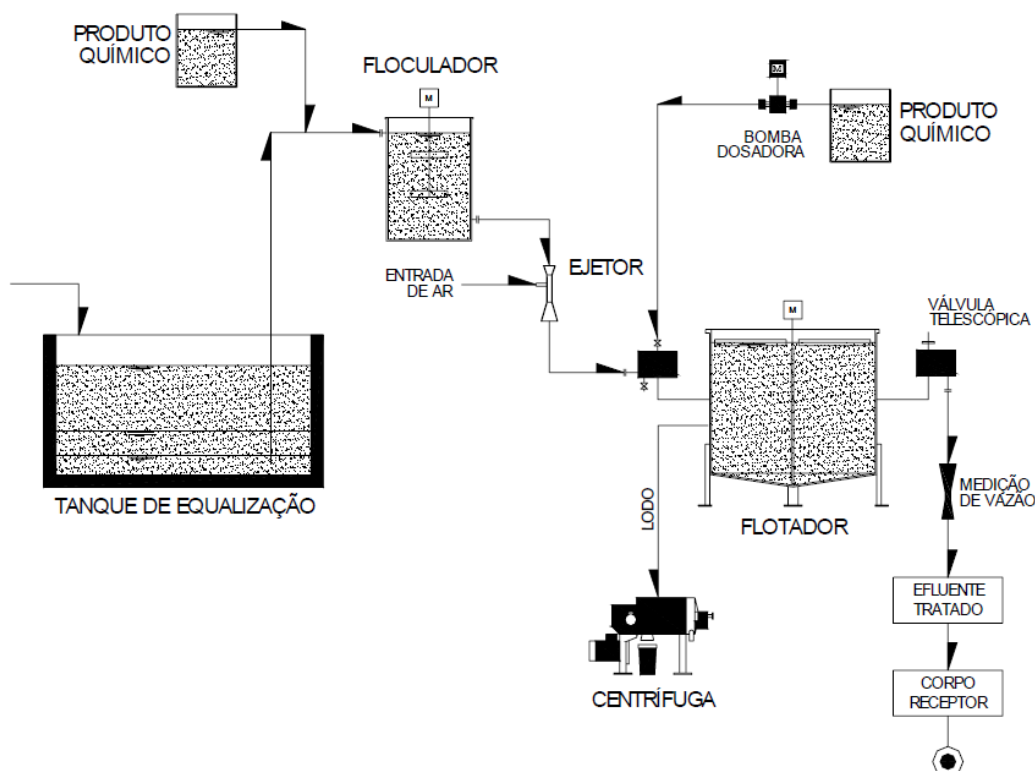
Quando os tratamentos primários e secundários não são suficientes, utiliza-se o tratamento terciário. Os tratamentos terciários são mais caros que os demais por utilizarem produtos químicos e técnicas mais arrojadas. Nessa etapa, por filtração, são removidos os sólidos em suspensão, remanescentes da etapa secundária. Por fim, o efluente já tratado se junta ao inorgânico e é conduzido para lagoas de estabilização e, em série, para o polimento final, em que alcança a qualidade requerida pelos padrões de proteção ambiental.

#### 2.2.1.1. O tratamento primário de efluentes

O tratamento primário, também conhecido como físico-químico, destina-se à remoção de sólidos por sedimentação ou flotação (utilizando-se sedimentadores ou flotadores), ou pela associação de coagulação e floculação química (clarificação físico-química para a remoção de matéria orgânica coloidal ou óleos e gorduras emulsionados). Nesta etapa são removidos normalmente componentes tóxicos (excesso de detergentes, corantes, amidas, etc), matéria orgânica, gorduras e metais pesados (dissolvidos).

Como forma de facilitar a compreensão, observa-se na figura 2 um esquema simplificado com as etapas desse processo para melhor entendimento:

### CLARIFICAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA (FLOTAÇÃO)



**Figura 2 – Tratamento primário de efluentes por flotação.**  
**Fonte: GIORDANO, 1999**

Após passar pela peneira o efluente líquido chega até a estação de tratamento primário, onde no tanque de equalização acontece a mistura para a estabilização, nessa etapa são adicionados produtos químicos para controle de Ph. É importante que o tanque de equalização tenha a capacidade suficiente para absorver as variações de vazão do processo fabril, visto que a constância de vazão no tratamento primário é bastante importante.

No flocculador o efluente é agitado para formação dos flocos das partículas sólidas existentes com auxílio de ar comprimido e um agente de floculação químico, geralmente polímero, ele força a aglutinação das partículas que tomam formas maiores e dessa maneira, quando o efluente chega ao flotor, os flocos flutuam e são retirados por meio de raspadores. Está formado o que chamamos de lodo flotado.

No processo de flotação temos uma entrada e duas saídas. O lodo flotado que é raspado passa posteriormente por uma centrífuga para separação dos sólidos e secagem, já o restante do efluente (clarificado) segue para as próximas etapas do tratamento antes de ser devolvido ao corpo receptor.

Também existe outra possibilidade de tratamento primário obedecendo praticamente os mesmos princípios que seria por intermédio de um decantador no lugar do flotador ilustrado anteriormente, porém não demonstra a mesma eficiência.

Segundo Senai (2008) temos como vantagens da flotação se comparado com a decantação:

- ✓ Lodo mais concentrado;
- ✓ Remoção de sólidos de difícil decantação;
- ✓ Menor demanda de área de volume;
- ✓ Tempo de retenção hidráulico menor

#### **2.1.2.1O tratamento secundário de efluentes**

Tratamento bem mais complexo que o primário, também chamado de sistema de tratamento biológico, o tratamento secundário, sendo em alguns casos especificamente de níveis de DBO muito elevados, é o principal procedimento para o tratamento de águas e efluentes industriais.

Os processos biológicos possuem a finalidade de reproduzir em escala de tempo e área os fenômenos de autodepuração que ocorrem na natureza. Assim desta maneira os tratamentos biológicos dos efluentes industriais, como também de esgotos sanitários, têm como objetivo a remoção da matéria orgânica dissolvida e em suspensão, através da transformação desta em sólidos sedimentáveis (flocos biológicos), ou gases. Além da remoção da matéria orgânica biodegradável dissolvida ou coloidal, também podem ser removidos os nutrientes tais como nitrogênio e/ou fósforo (GIORDANO, 2004).

Podem ser divididos em aeróbios e anaeróbios, de maneira mais simplista, sendo que no tratamento biológico aeróbio os microrganismos, mediante processos oxidativos, degradam a matéria orgânica, utilizando-as como fonte de energia e

carbono, sendo o processo de lodo ativado um dos mais usados e com maiores porcentagens de eficiências.

Nos tratamentos biológicos anaeróbios, são utilizadas bactérias anaeróbias para realizarem a decomposição da matéria orgânica que está no efluente a ser tratado. Faz-se necessário a introdução do esgoto ou lodo biológico em um tanque fechado sob condições anaeróbias (reator anaeróbio), o tempo de retenção no tanque pode variar de alguns dias a semanas. É destacado que os procedimentos anaeróbios são recomendados para o tratamento de efluentes de concentrações muito elevadas de matéria orgânica (KURITA, 2009).

Os produtos que são formados nos processos de tratamento biológicos vêm a ser mais estáveis, tendo os efluentes industriais ou esgotos tratados um aspecto mais claro, e significativa redução da presença de microrganismos e menor concentração de matéria orgânica (GIORDANO, 2004).

Os microrganismos, através de mecanismos de produção de exopolímeros, formam flocos biológicos mais densos do que a massa líquida, podendo assim ser separados mais facilmente. A fração da matéria orgânica transformada em sólidos situa-se na faixa de 6 a 60%, dependendo de diversos fatores, tais como, o processo adotado e a relação alimento/microrganismos (A/M). A outra parte da matéria orgânica é transformada em gases, notadamente o gás carbônico e/ou em metano nos sistemas anaeróbios (GIORDANO, 2004).

Os flocos biológicos em excesso, chamado de excesso de lodo, são retirados dos sistemas de tratamento e submetidos a procedimentos de secagem natural ou procedimentos mecânicos. Os efluentes industriais e esgotos clarificados, devido à remoção da matéria orgânica em suspensão (coloidal ou sedimentável) e dissolvidos, assim como também pela redução da presença de microrganismos, são considerados tratados. O grau de tratamento dos efluentes industriais e esgotos requeridos é função da legislação ambiental, ou seja, das características ou pelo uso preponderante atribuído ao corpo receptor (GIORDANO, 2004).

Os principais processos e tratamentos biológicos são:

- Lagoas anaeróbias e fotossintéticas;
- Os processos aeróbios, normalmente, são representados por lodos ativados e suas variantes: aeração prolongada, lodos ativados convencionais, lagoas aeradas facultativas, aeradas aeróbias;

- Os processos facultativos são bem representados pelos processos que utilizam biofilmes (biodiscos, filtros biológicos e biocontactores) e por algumas lagoas (fotossintéticas e aeradas facultativas). Os biocontactores apresentam também processos biológicos aeróbios;
- Os procedimentos anaeróbios ocorrem em lagoas anaeróbias e biodigestores (GIORDANO, 2004).

Os tratamentos baseados em sistemas biológicos são capazes de tratar grandes quantidades de efluentes, possuem menor custo de funcionamento e também simplicidade operacional, sendo que os processos de lodos ativados são aplicados para efluentes mais complexos (OLIVEIRA et al, 2009).

O processo de lodos ativados é fundamentado no fornecimento de oxigênio (ar atmosférico ou oxigênio puro), para que os microrganismos degradem a matéria orgânica dissolvida e em suspensão, fazendo com que seja transformada em gás carbônico, água e flocos biológicos formados por microrganismos característicos do processo. Tal característica é utilizada para a separação da biomassa, ou seja, os flocos biológicos dos efluentes tratados (fase líquida), assim os flocos biológicos que são formados normalmente apresentam boa sedimentabilidade (GIORDANO, 2004).

O denominado excesso de lodo é ocasionado com o crescimento do lodo biológico proveniente da contínua alimentação do sistema pela entrada de efluentes (matéria orgânica), assim quando isto ocorre, podendo haver concentrações acima do previsto para o sistema operacional, devendo o excesso não previsto ser descartado (GIORDANO, 2004).

O processo possui uma eficiência que está relacionada com a relação de cargas orgânica afluyente (diariamente), e a massa de microrganismos contida no reator (sólidos em suspensão voláteis). Existem diversas variantes que são utilizadas largamente em todo o mundo, quando falamos do processo de lodos ativados, sendo essas variantes são basicamente definidas pelas diferenças entre as: relação A/M; disponibilidade de oxigênio; forma de alimentação dos reatores; concentrações de biomassa nos reatores; forma de retenção da biomassa nos reatores (GIORDANO, 2004).

As variantes, principais, citadas acima são: lodo ativado convencional, aeração prolongada, valo de oxidação, lodo ativado por batelada, lagoa aerada aeróbia e lagoa aerada facultativa. Um agravante no procedimento é que a presença

de óleos ou gorduras de quaisquer origens na mistura afluyente ao reator pode significar a intoxicação do lodo biológico, reduzindo assim a atividade do sistema.

Para um tratamento mais eficiente de um determinado efluente pode ser considerado como solução mais adequada, a utilização de processos combinados para que se obtenha mais eficiência do sistema de tratamento (primário + secundário). Assim os métodos de tratamento podem ser utilizados de maneira complementar, suprimindo as deficiências que os métodos possuem quando utilizados isoladamente (KUNZ et al, 2001).

### 2.1.2.2 Alimentos industrializados

A industrialização de alimentos, denominam-se assim todos os bens que passam por um processo de transformação industrial, desde o mais elementar, como o beneficiamento, ao mais complexo, como o que combina matérias-primas agrícolas e outros insumos para sua obtenção. Dada a abrangência desta definição e dado ser o sujeito central da análise a tecnologia de produção, busca-se classificar estes produtos em vários estratos, de acordo com um critério que leva em conta, de forma combinada, a sua essencialidade para o consumo, a finalidade de sua industrialização e as características ou/e complexidade de seu processo de transformação.

Os produtos industrializados ocupam uma parcela cada vez maior do mercado de alimentos. Eles são bem práticos, pois já vêm prontos ou semi-prontos. O único trabalho é abrir a embalagem, e mesmo as embalagens estão cada vez mais fáceis de abrir. Além da praticidade, os alimentos industrializados também possuem um prazo de validade bem maior do que os produtos "in natura", tornando fácil o armazenamento. Vieram para ficar e representam uma solução para a vida corrida das grandes cidades.

Acontece, porém, que existe uma regra universal, de conhecimento popular, chamada lei das compensações. De acordo com ela, as coisas boas, na maioria das vezes, não são tão boas quanto parecem, assim como as ruins também não são tão ruins quanto possam parecer à primeira vista. Em tudo há uma parte boa e uma parte ruim. Assim, importa analisar os prós e os contras para decidir o que é melhor.

Como não poderia deixar de ser, esta regra se aplica também aos alimentos industrializados. Para conseguir a praticidade e durabilidade dos produtos, os fabricantes se utilizam de milhares de aditivos químicos, que, na grande maioria das vezes, não fazem bem à saúde de quem os consome com frequência. O uso desses produtos químicos deve ser discriminado nas embalagens dos alimentos. Os nomes de muitos desses produtos químicos vêm codificados, talvez para que o consumidor não se assuste ao ler estas informações do rótulo. Portanto, é uma questão de escolher entre o aspecto saudável dos alimentos "in natura", e a praticidade dos alimentos artificiais e/ou industrializados.

### **3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

#### **3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA**

A pesquisa é uma atividade voltada para a solução de problemas através do emprego de procedimentos científicos, possibilitando aproximação e compreensão da realidade a estudar.

Processo através do qual a ciência busca dar respostas aos problemas que se lhe apresentam. Investigação sistemática de determinado assunto que visa obter novas informações e/ou reorganizar as informações já existentes sobre um problema específico e bem definido. (APPOLINÁRIO, 2004, p. 150).

A modalidade de pesquisa utilizada foi a pesquisa aplicada, de acordo com Barros e Lehfeld (2000, p. 78), "a pesquisa aplicada tem como motivação a necessidade de produzir conhecimento para aplicação de seus resultados, com o objetivo de contribuir para fins práticos, visando à solução mais ou menos imediata do problema encontrado na realidade".

Quanto à abordagem a pesquisa apresenta características qualitativas e quantitativas, sendo que seu foco é no aprofundamento da compreensão do que se observa da organização, mas também com existência de hipóteses pré-concebidas.



A abordagem quantitativa quando não exclusiva, serve de fundamento ao conhecimento produzido pela pesquisa qualitativa. Para muitos autores a pesquisa quantitativa não deve ser oposta à pesquisa qualitativa, mas ambas devem sinergicamente convergir na complementaridade mútua, sem confinar os processos e questões metodológicas a limites que contribuam os métodos quantitativos exclusivamente ao positivismo ou os métodos qualitativos ao pensamento interpretativo, ou seja, a fenomenologia, a dialética e a hermenêutica. (MARTINELLI, 1994, p. 34).

Sobre o objetivo, segundo Gil (1995), as pesquisas exploratórias são desenvolvidas com o objetivo de proporcionar visão geral, de tipo aproximativo, acerca de determinado fato. Este tipo de pesquisa é realizado especialmente quando o tema escolhido é pouco explorado e torna-se difícil sobre ele formular hipóteses precisas e operacionalizáveis.

Já sob o ponto de vista dos procedimentos técnicos a pesquisa assume caráter bibliográfico e estudo de caso.

A pesquisa bibliográfica procura explicar um problema a partir de referências teóricas publicadas em documentos [...] busca conhecer e analisar as contribuições culturais ou científicas do passado existentes sobre um determinado assunto, tema ou problema. [...] constitui geralmente o primeiro passo de qualquer pesquisa científica. (CERVO;BERVIAN, 2002, p. 65-66).

A coleta de dados para o estudo foi viabilizada por intermédio de pesquisa bibliográfica, documental e verificações em campo. A interpretação dos dados foi através de análises qualitativa e quantitativa, com análise de conteúdo a partir dos conhecimentos teóricos, técnicos e práticos proporcionados pela experiência de campo, sendo pertinente destacar o intercambio de conhecimentos com os operadores do processo durante a parte prática.

### 3.2 LOCAL DE REALIZAÇÃO DO ESTUDO

O estudo foi realizado com o apoio da equipe da área de manutenção/utilidades/qualidade/engenharia e também da área de produção, sendo

estas alocadas em uma unidade fabril de alimentos industrializados, localizado na cidade de Ponta grossa – PR.

Atualmente a unidade desta fábrica de Ponta Grossa, industrializa 200 Toneladas diariamente, divididos em 3 turnos de trabalho e 6 linhas sendo: 4 de Pratos Prontos, 1 de Pizza, 1 de Tortas Salgadas e 1 de Doces, contando com a mão de obra de aproximadamente 800 funcionários. O foco da planta é a venda de sua produção em mercados internos, sendo 10% exportação para o Chile.

Avaliando a complexidade do estudo, pode-se dizer que foi pioneiro dentro da companhia, e foi utilizado em outras unidades da empresa, com nome de Força Tarefa, à medida que foram avaliados os consumos de energia elétrica desde o processo de recebimento de insumos, até a etapa final de expedição do produto acabado.

A título de conhecimento, atualmente as unidades produtivas do grupo são monitoradas através do indicador de consumo de kWh/TPA, onde TPA (Tonelagem de Produto Acabado) realizado no processo. Esse monitoramento permite comparação entre unidades que produzem o mesmo tipo de produto, no caso de Ponta Grossa, alimentos industrializados. Em cima dos resultados temos as unidades *benchmark*, que geralmente compartilham suas boas práticas e são reconhecidas, o que motiva mais as equipes a mostrarem seu potencial.

### 3.3 COLETAS DE DADOS

A coleta de dados foi realizada no processo produtivo e pesquisa documental. A compilação e interpretação dos dados foram através de análise quantitativa, sendo pertinente destacar como fundamental, mais uma vez, o intercambio de conhecimentos com os operadores de diversos processos durante a parte de campo.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A literatura tem destacado a importância da energia elétrica e os avanços crescentes em termos de consumo, à medida que além de ser utilizada para

aplicações básicas como produção e conservação de alimentos, por exemplo, ainda o avanço tecnológico contribui de maneira significativa para o agravamento de tal conjuntura.

A seguir será explanado o estudo realizado na unidade fabril, que nos mostrará os maiores consumidores dentro do processo de produção, onde será possível se embasar para propor ações de cunho operacional, com capturas de impacto no resultado final de consumo de energia elétrica da planta, contribuindo financeiramente e ambientalmente.

#### 4.1 MAPEAMENTO DOS PRINCIPAIS PROCESSOS CONSUMIDORES DE ENERGIA ELÉTRICA

A coleta de dados para o mapeamento dos consumos dos equipamentos foi feita em manuais de fabricantes, sistema SAP onde os equipamentos estão cadastrados e também em campo via medição com analisador de energia elétrica da marca Schneider modelo PM200 de fabricação alemã demonstrado na figura 3:



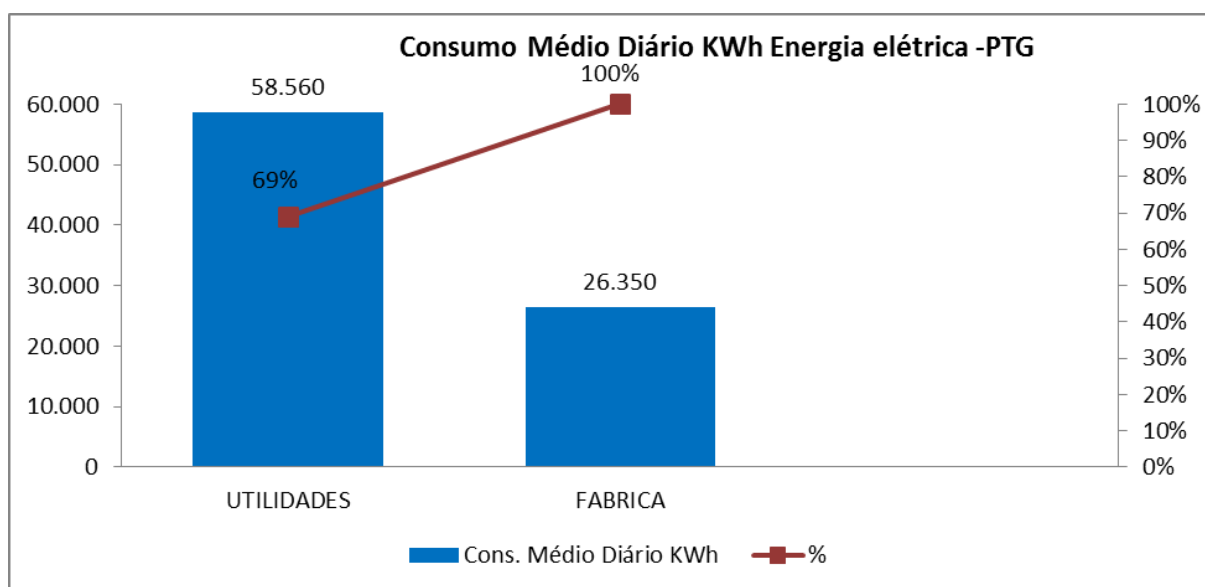
**Figura 3 – PM200 - Multimedidores de energia para redes AT e BT com fixação porta de painel.  
Fonte: Schneider-electric**

As medições iniciaram conforme o fluxo normal de produção, os primeiros equipamentos a serem analisados foram os de refrigeração, congelamento e tratamento de efluentes.

Os consumidores de energia são basicamente os mesmos em todos os setores do parque fabril, podendo-se citar motores elétricos de esteiras, bombas,

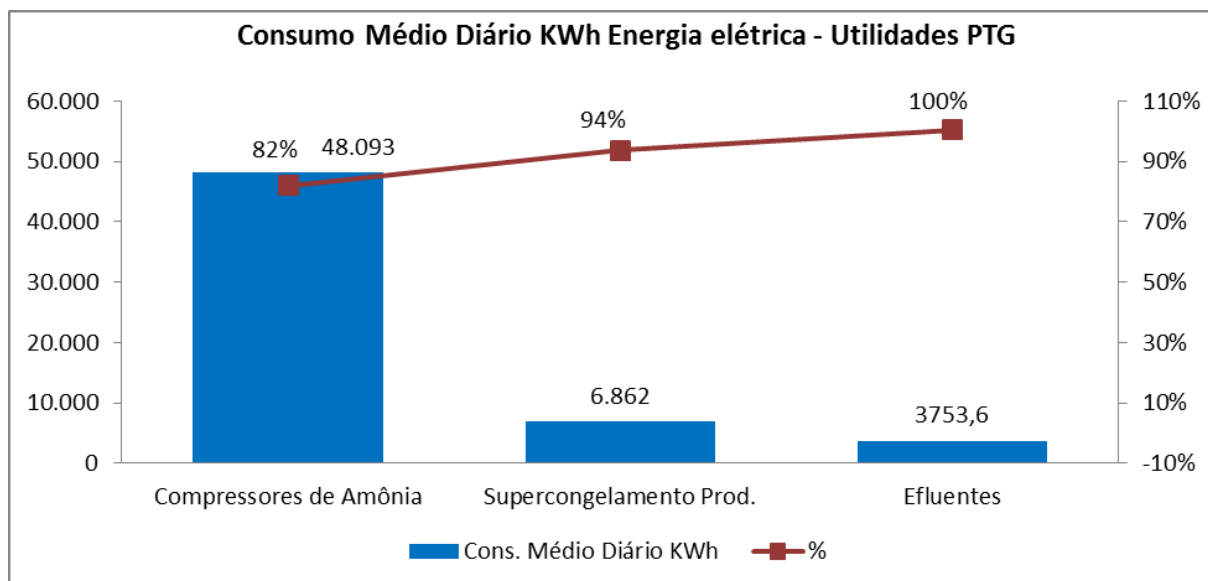
compressores, ventilação, etc.; resistência de aquecimento de máquinas; e também iluminação dos ambientes.

O foco deste trabalho foi dado na hipótese de que a refrigeração da fábrica seria o maior consumidor, à medida que os maiores motores elétricos estão alocados nas salas de máquinas de refrigeração, e isso nos dá um direcionamento prévio. No gráfico 1 são apresentados os resultados de consumos absolutos e também comparativos com outros processos existentes na unidade fabril:



**Gráfico 1 - Pareto comparando consumos das Utilidades com a Fábrica**  
**Fonte: Próprio autor**

Após análise do gráfico podemos perceber a confirmação de que a utilidades realmente tem generosa parcela de contribuição para a fatura de energia elétrica da unidade, 69% do total. Para ficar mais claro ainda é possível observar no gráfico 2, a estratificação da área de Utilidades confirmando o direcionamento do trabalho com foco em ações operacionais:



**Gráfico 2 - Pareto estratificado dos setores das Utilidades**  
Fonte: Próprio autor

Com base nas informações do gráfico 2 podemos verificar que os três pontos levantados nos objetivos específicos demonstram impacto real.

#### 4.2 PROCESSO GERAÇÃO DE FRIO

Na unidade fabril em questão, o processo de geração de frio está inserido dentro do setor de utilidades que também dá suporte à área produtiva no fornecimento de água, vapor e ar comprimido, além de realizar o tratamento de todo o efluente gerado na planta. O setor de utilidades conta hoje com 40 funcionários, sendo destes 15 relacionados diretamente com o processo dos compressores de amônia, 05 relacionados ao processo de tratamento de efluentes e outros 08 relacionados aos túneis de congelamento, entre mecânicos operadores, técnico de refrigeração e eletrotécnico com atendimento as manutenções necessárias.

Dando ênfase a atividade desenvolvida pelos colaboradores do setor pode-se destacar:

- Mecânico Operador: opera os equipamentos do processo de geração e distribuição de frio em sinergia com operadores do processo produtivo e realiza manutenções de equipamentos e instalações;
- Técnico de Processo: dá suporte à operação, realiza estudos e projetos;
- Técnico Eletromecânico: dá suporte à operação, realiza manutenções, estudos e projetos, principalmente na parte de automação.

Dentro do processo dos compressores de amônia a operação do sistema muitas vezes se sobressai a fatores como condições climáticas (calor) ou defasagem dos equipamentos, por exemplo, que invariavelmente geram impactos negativos no rendimento da instalação e por consequência maior consumo energético, alguns equipamentos possuem cargas parciais necessitando trabalhar em regimes de trabalho com alguma folga de carga térmica.

A refrigeração dos produtos é grande consumidora de energia elétrica porque, além da grande quantidade de produtos industrializados, dentro do processo de transformação há grande variação de temperatura entre o início (recebimento de insumos e preparação) e o final (congelamento e expedição), onde operadores de produção dos túneis de congelamento e dos compressores de amônia precisam estar em sintonia no monitoramento das temperaturas, o que facilita é a gestão dessas equipes serem as mesmas de modo que fiquem as mais próximas possíveis do padrão de mercado interno empregado na unidade fabril,  $-12^{\circ}\text{C}$ . Todo o produto que for refrigerado a temperaturas abaixo deste padrão, representa desperdício de energia.

No decorrer do processo de congelamento e processamento da produção a refrigeração é utilizada de algumas formas, e em cima disso que foram buscadas oportunidades de otimização da operação do sistema, a fim de reduzir o consumo absoluto de energia e o indicador já citado Kwh/TPA, bem como a fatura mensal paga pela companhia. Neste ano de 2015 tivemos um aumento em torno de 60% no custo da energia, fora os valores \$ de bandeira vermelha paga pela empresa, foram identificados o uso da refrigeração em:

- Climatização dos setores produtivos;
- Água gelada para resfriamento de massas e pizzas;
- Frio para congelamento de produtos em túneis;

- Frio para estocagem de produtos em câmaras frigoríficas.

### 4.3 OPORTUNIDADES E AÇÕES

Um dos objetivos específicos era propor ações de cunho operacional que trouxessem retorno imediato, sem necessidade de investimentos financeiros através de novos projetos. Das oportunidades citadas por algumas literaturas estudadas temos na unidade de processamento de industrializados:

#### 4.3.1 Super Congelamento de Produtos

Como já foi citado, tudo que for congelado abaixo de  $-12^{\circ}\text{C}$  é desperdício de energia, essa é a temperatura padrão para o mercado interno, exigida pelo cliente e inspecionada no momento do embarque pelo SIF (Serviço de Inspeção Federal) local.

Durante acompanhamentos realizados na saída dos produtos dos túneis de congelamento, foi identificada uma média de temperatura nos primeiros três meses do ano na casa dos  $-20,3^{\circ}\text{C}$ , conforme demonstra o gráfico 3.

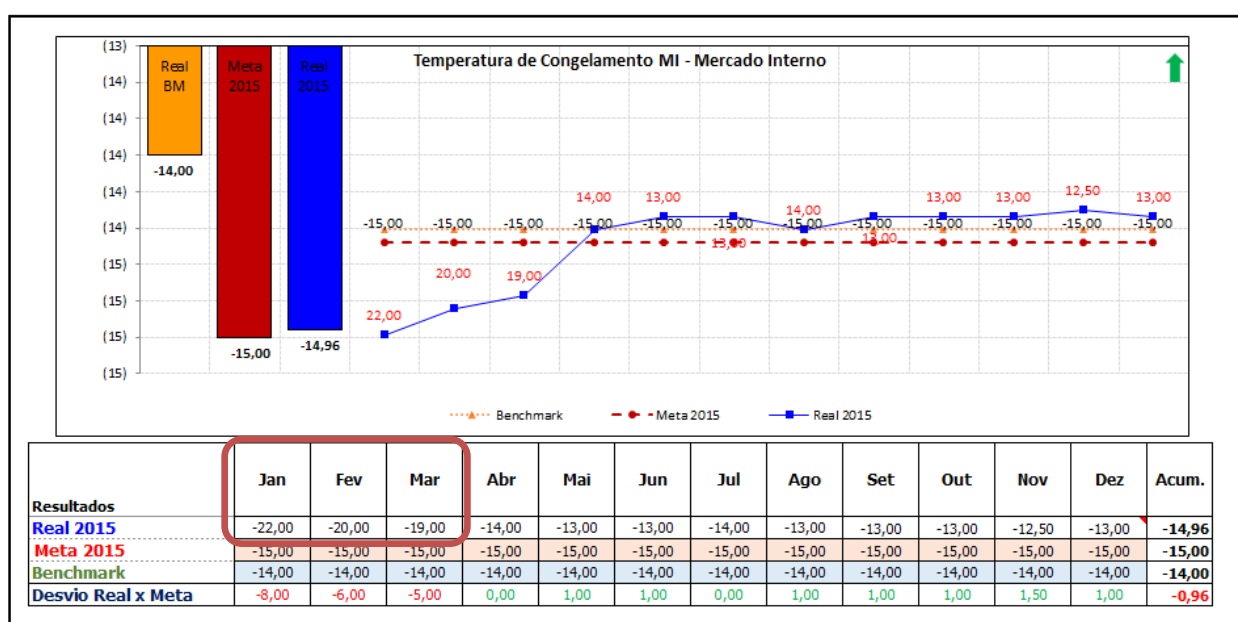


Gráfico 3 – Gráfico Acompanhamento de temperaturas produtos  
Fonte: Próprio autor

Dessa forma, foi estipulada a temperatura padrão de saída dos produtos dos túneis de congelamento em  $-15^{\circ}\text{C}$ , de modo a garantir a expedição.

Tomando por base o novo padrão de temperatura de saída dos produtos, temos um  $\Delta T$  (diferença de temperatura) de  $5,3^{\circ}\text{C}$  que até então era desperdiçado.

Abaixo uma Instrução de Trabalho (IT) sobre o padrão definido de trabalho que os operadores foram treinados a executar, de modo que todos não tenham dúvidas para seguir o padrão:

Geração de Frio - Unidade de Ponta Grossa - PR	
Padrão de Congelamento (Testes Realizado 3 Amostras Por Lote)	I.T 005.01.2015
Câmara.....	Túnel Recrusul - TRV
Produto.....	Lasanha 1Kg -
Peso Aproximado.....	1 Kg
Mix de Produção.....	650g - 1000g
Disponibilidade.....	Bandejas
Data/Hora/Temperatura de Entrada do Produto/Temperatura do Túnel.....	25.04.15 / 14:45 / $+55,6^{\circ}\text{C}$ / $-37,76^{\circ}\text{C}$
Data/Hora/Temperatura de Saída do Produto/Temperatura do Túnel.....	25.04.15 / 22:30 / $-13,5^{\circ}\text{C}$ / $-36,16^{\circ}\text{C}$

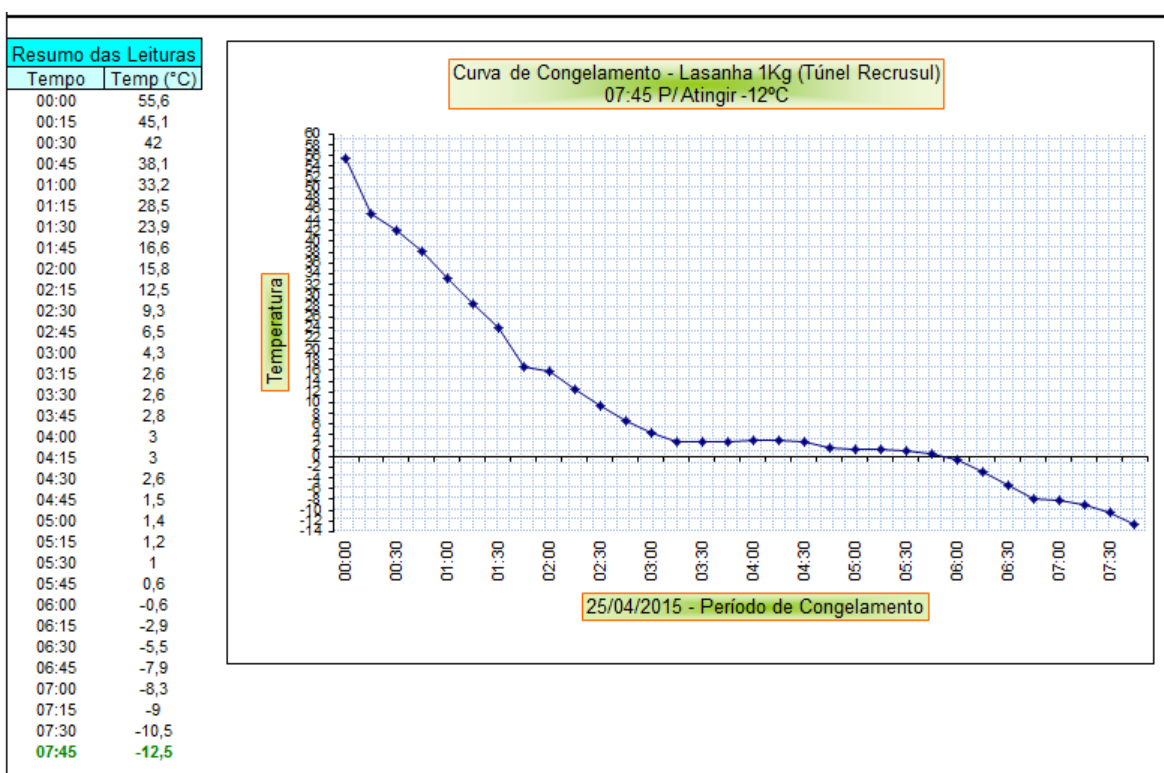


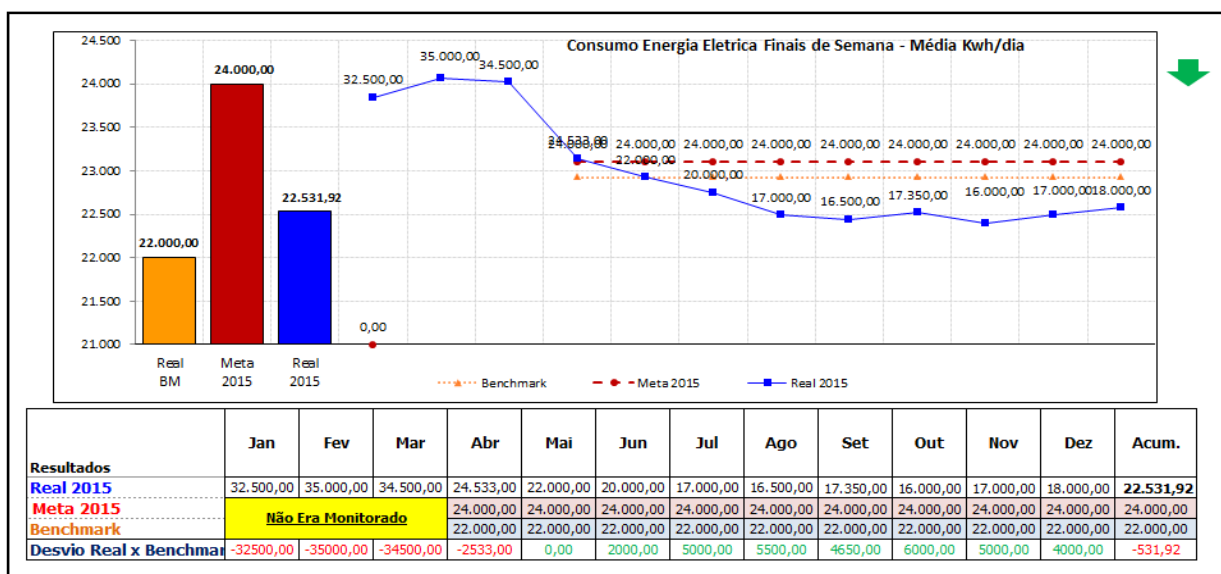
Figura 4 - Instrução de Trabalho Padrão Controle de Temperatura Túneis de Congelamento  
Fonte: Próprio autor



#### 4.3.2 Consumos de Energia Elétrica em Finais de Semana

Nas linhas de produção dos produtos industrializados, observamos em uma amostragem do primeiro trimestre do ano de 2015 um relativo aumento de consumo de energia elétrica, especificamente aos Domingos onde a produção está parada. Para se chegar a uma alternativa para a redução do consumo de energia: Foi realizado acompanhamento na unidade pela equipe, monitorando e verificando os equipamentos que ficavam ligados durante as 24 horas dos Domingos.

Partindo dessa anomalia foram realizados testes em cima dos próximos Domingos avaliando a possibilidade de estarmos desligando alguns equipamentos, principalmente na sala de máquinas onde se encontram as maiores potências, de modo que não ocorra mais o desperdício e os produtos continuem sendo mantidos dentro dos padrões exigidos pelo órgão fiscal, abaixo gráfico demonstrando a captura realizada com o trabalho e os Cálculos financeiros desta ação, também um demonstrativo padrão das programações de desligamento dos equipamentos nos finais de semana.



**Gráfico 4 – Gráfico Acompanhamento de Consumos de Energia Elétrica Finais de Semana - 2015**

Fonte: Próprio autor

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Acum.
Real	32.500,00	35.000,00	34.500,00	24.533,00	22.000,00	20.000,00	17.000,00	16.500,00	17.350,00	16.000,00	17.000,00	18.000,00	22.531,92
Meta	24000	24000	24000	24000	24000	24000	24000	24000	24000	24000	24000	24000	24000
Impac Real R\$	R\$ 58.500,00	R\$ 63.000,00	R\$ 62.100,00	R\$ 44.159,40	R\$ 39.600,00	R\$ 36.000,00	R\$ 30.600,00	R\$ 29.700,00	R\$ 31.230,00	R\$ 28.800,00	R\$ 30.600,00	R\$ 32.400,00	
Impac Meta R\$	R\$ 43.200,00	R\$ 43.200,00	R\$ 43.200,00	R\$ 43.200,00	R\$ 43.200,00	R\$ 43.200,00	R\$ 43.200,00	R\$ 43.200,00	R\$ 43.200,00	R\$ 43.200,00	R\$ 43.200,00	R\$ 43.200,00	
Gastos A maior	R\$ 15.300,00	R\$ 19.800,00	R\$ 18.900,00	R\$ 959,40	-R\$ 3.600,00	-R\$ 7.200,00	-R\$ 12.600,00	-R\$ 13.500,00	-R\$ 11.970,00	-R\$ 14.400,00	-R\$ 12.600,00	-R\$ 10.800,00	
	R\$		54.000,00	-R\$									85.710,60

**Figura 5 – Cálculo de Impactos Financeiro no Indicador de Finais de Semana**

Fonte: Próprio autor

De: Maikel Witte

Enviada em: sexta-feira, 5 de fevereiro de 2016 14:02

Para: Marília Santos; Luciano Veiga; Celso Abrao; Joao Silvestre; Dirceu Barbosa; Vanessa Keli Martins; Osmar Santos; Fladimir Barbosa; Joao Marcelo Lazarotto; Helcio Ruh; Osvaldo Martins; Oseias Edson Luiz Santos; Nilceu Meira; Marcio Jesus; Daniel Franca; Alci Costa; Joao Iarocinski; Antonio Rogerio Ferreira; Osires Martins; Alex Goncalves; Braz Lara; Jyam Marques; Brenda Lara; Kristian Li Juliano Wolski; Vanderlei Squiba; Antonio Squiba; Marco Ferreira; Renan Pedrozo; Victor Hanise

Cc: Maikel Witte

Assunto: Desligamentos Salas de Máquinas e ETE Domingo Metas de Consumos 21.000 Kwh/Dia

Boa tarde Equipe.

Precisamos retomar nosso trabalho de economia de energia, fomos abaixo do esperado no mês de Janeiro e precisamos reverter com urgência.

Todas as ações de rotinas de desligamento devem ser retomadas, nos Domingo de Janeiro realizamos uma média de consumo de 25.000 KW, sendo que a nossa meta proposta para 2016 era de 20. 3º Turno precisa retomar com os desligamento com urgência e os demais turnos ligar somente os equipamentos extremamente necessários, compressores de ar por exemplo não deixar os Domingo inteiros em funcionamento para testes de equipamentos, vamos ligar somente quando houver programação.

2º Turno da Pizza, parar a sala de máquinas assim que a torta parar, ligar somente quando sair muito do padrão.

Equipe do ETE, seguir com o procedimento de desligar todos o sistema após a higienização e religar somente a noite.

Segue abaixo um escopo do que fazíamos e devemos retornar a fazer a partir de hoje, na segunda-feira dia 08/02 envio o que executamos no dia 07/02.

Domingo 07/02/2016	Desliga 06/02/2016 as 15:00	Liga - Câmaras de Resfriamento	Desliga - Câmaras de Resfriamento	Liga - Câmaras de Resfriamento	Deslig
Linha desligamento Sala de Máquinas PIZZA:	Após Término da produção - +/- 17:00 h	06/02/2016 +/- 23:00:00 Horas	07/02/2016 +/- 02:00:00 Horas	15:00	
Responsável pelo Desligamento e/ou Start	Marcelinho	Celso/Jyam	Celso/Jyam	Marcelo	
Ponto Crítico Temperatura da Câmara Congelados = <0°C Resfriados = <10°C					

Domingo 07/02/2016	Desliga	Degelo TRV	Liga Sistema
Linha desligamento Sala de Máquinas PRATO:	Após Término da produção - +/- 6:00 h	07/02/2016 +/- 8:00	19:00
Responsável pelo Desligamento e/ou Start	Alci/Luciano	Oseias	Osmar/Hélcio
Ponto Crítico Temperatura da Câmara			

**Figura 6 – Padrão de Desligamentos Finais de Semana**

Fonte: Próprio autor

#### 4.3.3 Economia de Energia na Estação de Tratamento de Efluentes

Nos sistemas de tratamento de efluentes temos alguns parâmetros legais para atender, com acompanhamento da analista ambiental da unidade conseguimos realizar testes de desligamento de equipamentos em alguns momentos principalmente em horários de ponta onde o custo da energia elétrica é mais caro, e também neste momento a unidade para o processo para o horário de refeição das equipes.

Na figura 7 são apresentados os equipamentos que foram desligados, o cálculo financeiro e o padrão visual para a operação seguir.



**Com base nas leituras de oxigênio da lagoa e parâmetros de Legislação foi possível estabelecer um rodizio de operação dos equipamentos da Estação de Tratamento de Efluentes.**

**Figura 7 – Lagoa Tratamento Secundário - Aeradores**  
Fonte: Próprio autor



**Com base nas leituras de SSV da lagoa e parâmetros de Legislação foi possível estabelecer uma diminuição da operação da centrífuga operação da Estação de Tratamento de Efluentes.**

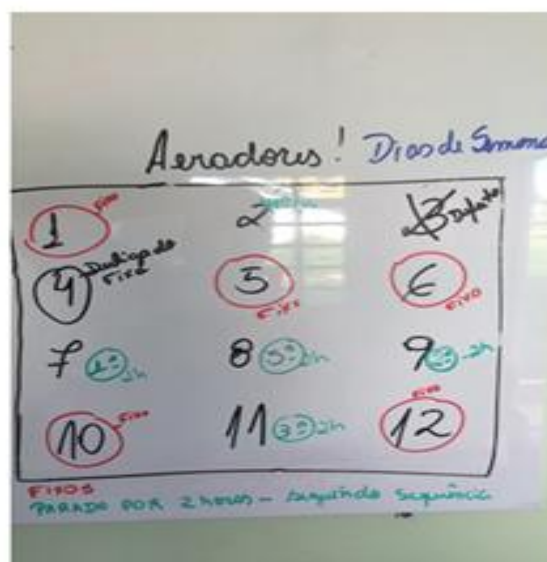
**Figura 8 – Centrífuga de Lodo**  
Fonte: Próprio autor

<b>Operação Tratamento de Efluentes Meses 1 Trimestre</b>				
	Operação Antes	Dias no Mês	Custo KWh	Total Mês
Centrifuga 55,125 KWh	24 h	30	R\$ 0,45	R\$ 17.860,50
Aeradores 132,3 KWh	24 h	30	R\$ 0,45	R\$ 42.865,20
Total Mês			<b>Total Mês</b>	<b>R\$ 60.725,70</b>
			<b>Total Trimestre</b>	<b>R\$ 182.177,10</b>

<b>Operação Tratamento de Efluentes Meses 2 Trimestre</b>				
	Operação Antes	Dias no Mês	Custo KWh	Total Mês
Centrifuga 55,125 KWh	7 h	30	R\$ 0,45	R\$ 5.209,31
Aeradores 132,3 KWh	14 h	30	R\$ 0,45	R\$ 25.004,70
Total Mês			<b>Total Mês</b>	<b>R\$ 30.214,01</b>
			<b>Total Trimestre</b>	<b>R\$ 90.642,04</b>
			<b>Economia por Trimestre</b>	<b>R\$ 91.535,06</b>

Figura 9 – Cálculo Financeiro Economia na Estação de Tratamento de Efluentes  
Fonte: Próprio autor



**Padrão Rodizio de Aeradores Horário fora de Ponta ETE na Estação de Tratamento de Efluentes - Controle SSV (Sólidos em Suspensão Voláteis).**

Figura 10 – Padrão Operacional Desligamento Aeradores na Estação de Tratamento de Efluentes

Fonte: Próprio autor

## 5 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

O trabalho realizado foi desafiador não só pelo cenário crítico da plataforma energética do país na atualidade, mas também pelo fato de ser, em diversas ocasiões, uma quebra de paradigmas, pois seu foco partiu do pressuposto que era possível mudar parte da conjuntura com auxílio de ações comportamentais, sendo que por natureza o ser humano não gosta de sair da “zona de conforto”.

Refrigeração industrial é uma área que está presente em quase todos os processos dentro da unidade fabril, dessa forma, essa opção foi com o intuito de forçar uma maior interação com os funcionários do setor de utilidades e também da área produtiva, isso certamente foi positivo porque abriu a mente para diversas possibilidades que foram discutidas, foi um trabalho em equipe, novos conhecimentos foram agregados. Em todo o período de realização do estudo foi percebida forte interação da teoria vista em sala de aula com a prática em campo, o trabalho contribuiu bastante para o crescimento intelectual e profissional, podendo ser dado ênfase na questão de relacionamento com as pessoas e no comportamento das mesmas.

A parte teórica do estudo deixou bem clara a importância das organizações darem foco na questão energética, principalmente com o passar dos anos, em que a demanda por esse recurso aumenta mais e mais, onde por certas vezes a oferta não anda na mesma velocidade, seja por questões estruturais ou até mesmo climáticas. Energia elétrica dentro do processo fabril, no caso de fábricas de alimentos como é este caso, é um dos principais pilares para a sustentabilidade do negócio. Foi exposta também a parte de responsabilidade ambiental que está sendo fortemente cobrada, não só pelos órgãos oficiais.

Certamente é um diferencial considerável no mercado competitivo dos dias atuais.

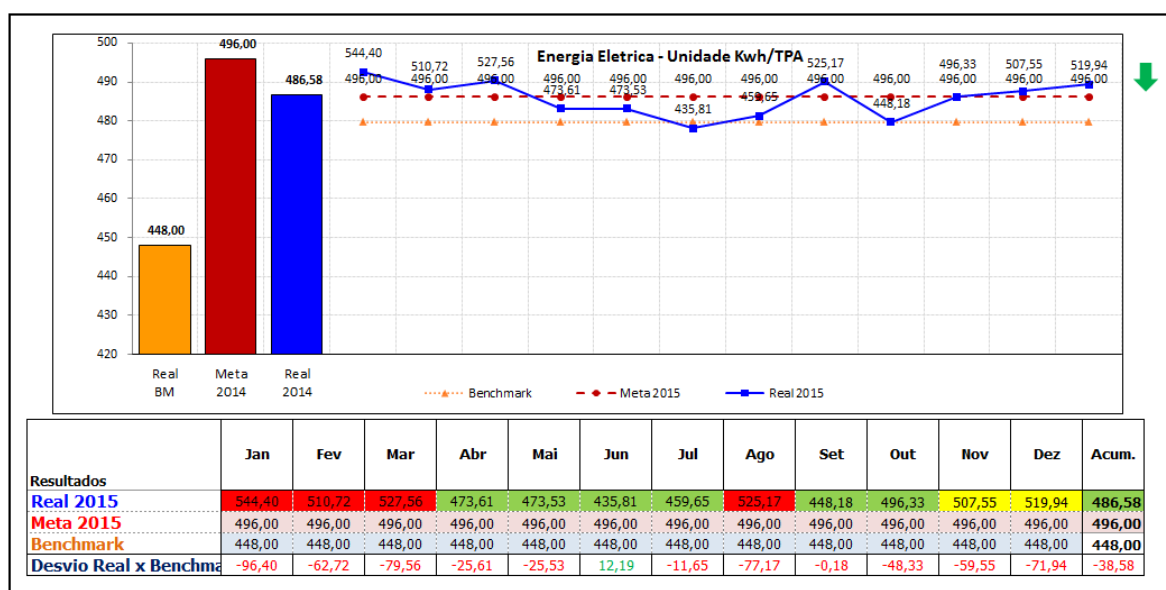
Os objetivos do trabalho foram alcançados, tanto o geral, quanto os específicos. A comparação entre as utilidades e a fábrica comprovou a predominância do uso da energia. Através do conhecimento adquirido em literaturas e também em campo, foi possível propor algumas ações de cunho operacional que nos traz retorno financeiro, técnico e ambiental, tão importantes no competitivo mercado de alimentos.

Nos meses de abril, maio e junho de 2015 foram realizados testes em três pontos que estão entre os levantados em literatura e observados em campo como possíveis oportunidades de retorno:

**Tabela 1 - Oportunidades levantadas**  
Fonte: Próprio autor

	Potencial de Redução (R\$/Ano)
Super Congelamento de Produtos	-
Consumo de Finais de Semana	85.710,60
Tratamento de Efluentes	91.535,06
Economia em Relação Meta do Ano	1.129.256,31
<b>TOTAL</b>	<b>1.306.501,97</b>

Não foi realizado medições e avaliações nos consumos de energia elétrica em cima de cada ação proposta, porém foi observado redução no consumo geral de energia elétrica da unidade produtiva na casa dos 7,76% em relação ao acumulado do primeiro trimestre que estava em 527,56KWh/TPA e alcançado no final do ano 486,58KWh/TPA, Meta do Ano 2015 era de 496,16Kwh/TPA.



**Gráfico 5 - Comparativo dos consumos antes e depois do Trabalho Realizado**  
Fonte: Próprio autor

Observa-se no gráfico 5 a redução no consumo energético a partir do primeiro trimestre, período em que foram realizados testes em cima das oportunidades apontadas, a linha de tendência mostrou uma evolução extraordinária.

Este trabalho contribui para a sinergia e disseminação dos conhecimentos técnicos e boas práticas dentro da unidade, gerando ganhos nos indicadores técnicos e desenvolvimento dos profissionais envolvidos, vale ressaltar que devemos manter os padrões estabelecidos para operação garantindo a perenidade dos resultados.

A unidade que foi aplicado o trabalho apresentava bons resultados em relação ao mesmo período de 2014 nos indicadores técnicos, porém não suficientes para atendimento da meta, no entanto ainda é possível vislumbrar ganhos mensuráveis. Também para o grupo foi possível identificar oportunidades em suas respectivas áreas, através de troca de conhecimentos técnicos e situações vivenciadas no período do trabalho.

## REFERÊNCIAS

- APPOLINÁRIO, F. **Dicionário de metodologia científica: um guia para a produção do conhecimento científico**. São Paulo: Atlas, 2004.
- BANDEIRA, E. M.; CAMARGO, C. B. **Benefícios Ambientais Derivados dos Programas de Conservação de Energia Elétrica – Proposta de Avaliação**. Florianópolis, 2001. Disponível em: <http://www.ecolatina.com.br/br/artigos/tecnambientais/tecniambientais02.asp>. Acessado em 15 dezembro de 2015.
- BARROS, A. J. S.; LEHFELD, N. A. S. **Fundamentos de Metodologia: Um Guia para a Iniciação Científica**. 2 Ed. São Paulo: Makron Books, 2000.
- BELLSTEDT, M. **Refrigeration Plant Energy Efficiency. How to minimize running costs!** Minus40 Pty Ltd Sydney, 2012. Disponível em <http://www.mintrac.net.au/docs/pdf/20120314-N-E-MB.pdf>
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO. DIVISÃO DE PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL (DIPOA). **Portaria nº210, 10 de novembro de 1998. Regulamento técnico da inspeção tecnológica e sanitária de carnes de aves**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 nov, 1998. Seção 1.
- CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia Científica**. 5 Ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.
- DEWITT, D. P.; MORAN, M. J.; MUNSON, B. R.; SHAPIRO, H. N. **Introdução à Engenharia de Sistemas Térmicos**. Editora LTC, 2005.
- DOSSAT, R.J.; **Princípios de Refrigeração**. São Paulo, Editora Hemus, 1980.
- FERRAZ, F., GOMES, M., **O histórico da Refrigeração, Fluidos Refrigerantes, Ozônio/Processo de Formação/Destruição, Sistemas de Refrigeração, Componentes se um Sistema de Refrigeração**. CEFET-BA, Santo Amaro, 2008. 60p.
- GEORGE, R.M., **Freezing Processes Used in the Food Industry**, Trends in Food Technology, vol. 4, p. 134-138, 1993.
- GIL. A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. São Paulo: Atlas, 1995.
- GIORDANO, G. **Avaliação ambiental de um balneário e estudo de alternativa para controle da poluição utilizando o processo eletrolítico para o tratamento de esgotos**. Niterói: Universidade Federal Fluminense, 1999.



GIORDANO, G. **Tratamento e Controle de efluentes industriais**. Apostila da ABES. Mato Grosso, 2004.

GOLDEMBERG J. **Energia e desenvolvimento**. Estudo Avançado. 1998.

GOLDEMBERG, J., LUCON, O. **Energias Renováveis: um futuro sustentável**. Revista USP, v.72 ,p.6-15, dez. 2006, São Paulo.

GRAÇA, G.M.G.; **A Conservação de Energia Elétrica e o Terceiro Mundo**. São Paulo, 1990. Disponível em: <http://www.sbpe.org.br/v1n2/v1n2a4.htm>. Acessado em: 10 de dezembro de 2015.

GUILLIOD, Sonia de Miranda; CORDEIRO, Marcos Luiz Rodrigues. **Manual do Pré-Diagnóstico Energético - Autodiagnóstico na Área de Prédios Públicos**. PROCEL – EPP, Rio de Janeiro - RJ, 2010, 53 p.

JANNUZZI, Gilberto de Martino. A política energética e o meio ambiente: instrumentos de mercado e regulação. In: ROMEIRO, Ademar R. *et al.* **Economia do meio ambiente: teorias, políticas e a gestão de espaços regionais**. Unicamp, Campinas, 1997. p. 151-160.

KLASSEN, T. **Modelagem do sistema de resfriamento de carcaças de frangos com redes neurais artificiais**. Monografia (Especialização em Engenharia de Alimentos) Centro de Engenharias e Ciências Exatas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2004.

KUNZ, A.; PERALTA-ZAMORA, P.; MORAES, S. G.; DURÁN, N. **Novas tendências no tratamento de efluentes têxteis**. Quim. Nova, Vol. 25, No. 1, p. 78-82, 2002.

KURITA – Soluções de engenharia para tratamento de águas industriais.; **Tratamento biológico de efluentes**. 2009.

MARQUES, Milton César Silva, HADDAD, Jamil. **Conservação de energia eficiência energética de instalações e equipamentos**. FUPAI, Itajubá – MG, 2006, 621 p. 3. ed.

MARTINELLI JUNIOR, L.C. **Refrigeração**. UNIJUÍ / UERGS DeTEC Departamento de Tecnologia, Panambi, 2003. 134p.

MARTINELLI, Maria Lúcia. **O uso de abordagens qualitativas na pesquisa em Serviço Social**. NESPI nº 1. São Paulo: PUCSP, 1994.

MARTINS, R. A. **Sistemas de medição de desempenho: um modelo para estruturação do suo**. 1999. 258f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) Escola Politécnica da Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 1999.

MEAD, G.C. **Processing of Poultry**. Ed. Chapman & Hall: London, p.117, 1995.

MONTEIRO, M.A.G., ROCHA, L.R.R., **Centrais Elétricas Brasileiras, FUPAI/EFFICIENTIA, Gestão Energética**. Eletrobrás. Rio de Janeiro, 2005.

NEVES FILHO, L.C.; **Refrigeração e Alimentos**. Campinas, UNICAMP-FEA / IBF, 1997.

OLIVEIRA, G. S. S.; ARAÚJO, C. V. M.; FERNANDES, J. G. S. **Microbiologia de sistemas de lodos ativados e sua relação com o tratamento de efluentes industriais: a experiência da Cetrel**. Eng Sanit Ambient, v. 14, n.2, p. 183-192, Abr/Jun., 2009.

PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (PROCEL). **Dados da instituição, 2011**. Disponível em <http://www.eletrobras.com/elb/data/Pages/LUMIS293E16C4PTBRIE.htm>. Acesso em 12 de dezembro de 2015.

SENAI, Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. **Tratamento de Efluentes Industriais**. Revisão 01. Blumenau, 2008.

SORJ, B.; POMPERMAYER, M.J.; CORADINI, O.L. **Camponeses e Agroindústria: Transformação social e representação política na avicultura brasileira**. Ed. Zahar, Rio de Janeiro, 1982.

STOECKER, M. **Refrigeração Industrial**. São Paulo: LTC, 1985.

SPERLING, M. V. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3ª.ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFMG, 2005.

TASSINI, J.O. **Eficiência Energética em Sistemas de Refrigeração Industrial: Estudo de Caso**. 2012. 113 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia - Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2012.

TSAI, L.; SCHADE, J.E.; MOLYNEUX, B.T. **Chlorination of poultry chiller water: chlorine demand and disinfection efficiency**. Poultry Science, v.71, p.188-196, 1992.

VALVERDE, S.R., **Elementos de Gestão ambiental empresarial**. Viçosa: 1º Reimpressão, 2008.

VICTORIA, State Government. **Energy Efficiency Best Practice Guide Industrial Refrigeration**. Melbourne, 2009.

VITERBO JÚNIOR, E. **Sistema Integrado de Gestão Ambiental: Como implementar um Sistema de Gestão que atenda à norma ISO 14001 a partir de um sistema baseado na norma ISO 9000**. São Paulo: Aquariana, 1998.

YORK REFRIGERATION. **Treinamento em Refrigeração Industrial com Amônia.**  
Joinville, 2008.