

INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PIAUI



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA - CENTRAL
BACHARELADO EM ENGENHARIA MECÂNICA**

RANYERE LUIS RABELO CRAVEIRO

**ESTUDO DE CASO: TÉCNICAS DE LUBRIFICAÇÃO DE GRAU ALIMENTÍCIO EM
UM FRIGORÍFICO DE AVES**

**TERESINA
2017**

RANYERE LUIS RABELO CRAVEIRO

ESTUDO DE CASO: TÉCNICAS DE LUBRIFICAÇÃO DE GRAU ALIMENTÍCIO EM
UM FRIGORÍFICO DE AVES

Estudo de caso para Trabalho de Conclusão de Curso como exigência parcial para obtenção do diploma do curso de Bacharelado em Engenharia Mecânica do Instituto Federal do Piauí, Campus Teresina – Central.

Orientador: Professor Dr. Ayrton de Sá Brandim.

**TERESINA
2017**

FICHA CATALOGRÁFICA

Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente com dados fornecidos pelo(a) autor(a)

C898e Craveiro, Ranyere Luis Rabelo
ESTUDO DE CASO: TÉCNICAS DE LUBRIFICAÇÃO DE GRAU ALIMENTÍCIO EM
UM FRIGORÍFICO DE AVES / Ranyere Luis Rabelo Craveiro - 2017.
48 p. : il. color.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Teresina Central, Bacharelado em Engenharia
Mecânica, 2017.

Orientador : Prof Dr. Ayrton de Sá Brandim.

1. Lubrificante. 2. Grau Alimenticio. 3. Produção Figorífica. 4. Manutenção Industrial.
I.Título.

CDD 620

FOLHA DE APROVAÇÃO

RANYERE LUIS RABELO CRAVEIRO

ESTUDO DE CASO: TÉCNICAS DE LUBRIFICAÇÃO DE GRAU ALIMENTÍCIO EM UM FRIGORÍFICO DE AVES

Este trabalho foi julgado adequado e aprovado para a obtenção do título de graduação em Engenharia Mecânica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí.

Aprovada em: 20/ 07/ 2017.

BANCA EXAMINADORA

Assinado no original

Prof^a Dr. **Ayrton de Sá Brandim** (Orientador)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI)

Assinado no original

Prof. Msc. **Antônio Ítalo Rodrigues Pedrosa**
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI)

Assinado no original

Prof. Msc. **Armyston Gonçalves Ferreira de Araújo**
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI)

À família, amigos e professores.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus sob todas as coisas por toda fé desprendida e dedicada rumo a ética e a felicidade obtida nos estudos e no trabalho. Venho por meio deste agradecer também a colaboração, a compreensão e o ombro de todos os amigos pois sem vocês, minúsculo eu seria.

Agradecer a todos os professores, sem exceção. Pela garra, coragem e sabedoria há muito transmitida e para sempre respeitada. Na figura do meu Orientador Prof. Dr. Ayrton de Sá Brandim, dos amigos Prof. Dr. José Francisco dos Reis Sobrinho, Prof. Francisco José Patrício Franco e Prof. Sérgio Alves da Silva bem como toda Equipe IFPI Baja SAE na figura dos eternos veteranos Gustavo Luís dos Santos Silva, Antônio Edson Rocha Filho, Filipe Gomes Soares, Pedro Veloso de Araújo e José Oliveira Neto, meus professores de vida.

Aos chefes Charles Luís dos Santos Xavier e Edmundo Paes Lima Neto de valores inestimáveis e conhecimento ímpar no meio industrial.

Aos meus pais, Luis Carlos Craveiro da Rocha e Maria Dalva Rabelo Craveiro, e meu irmão Victor Hugo Rabelo Craveiro, pela sagacidade, cobrança e paciência de uma vida inteira. Ao meu filho Davi Luis, minha maior lição e missão de vida. À minha melhor amiga e namorada Andréia de Araújo Fortes Cavalcante que me resgatou para os estudos e tornou possível, dia após dia, a realização desse sonho.

A todos vocês por acreditar que afinidade não se explica, amizade não se força, confiança não se obriga e sentimento não se controla. A todos meu mais sincero obrigado!

RESUMO

A produção de gêneros alimentícios requer uma série de cuidados quanto à manutenção dos equipamentos envolvidos no processamento de alimentos e bebidas, dentre eles há o controle dos agentes contaminantes e pontos críticos da linha de produção. São várias as entidades de regulamentação destinadas à normatização das práticas de manutenção no que diz respeito aos lubrificantes, a FDA (*Food and Drug Administration*) por exemplo caracteriza como ponto crítico de controle todas as aplicações em que existe a menor possibilidade de contato entre o óleo lubrificante e o alimento. Apoiada ainda pela norma NSF H1 (da NSF – *National Sanitation Foundation International*), que delimita a até 10 ppm o contato acidental máximo permitido entre óleo lubrificante e o alimento, a equipe de manutenção precisa selecionar com cuidado o lubrificante a ser usado em seus equipamentos. Assim, com base nas características dos lubrificantes de grau alimentício disponíveis no mercado, foi desenvolvido um estudo de caso voltado para a aplicabilidade de cada tipo de lubrificante, com o adequado grau alimentício, observadas as condições de lubrificação dos equipamentos de uma linha de produção frigorífica de produtos e subprodutos do frango, desde à chegada das aves até o setor de paletização a -20°C.

Palavras-chave: Lubrificante, Grau Alimentício, Produção Frigorífica.

ABSTRACT

The food production requires a lot of care regarding of equipment maintenance involved on food and beverages processing, among them we have the control on contaminants and critical points in the production line. With regard to lubricants, there are several regulators agencies aimed at maintenance standardization practices. The FDA (Food and Drug Administration) for example, characterized as critical control point all applications where there is a possibility of contact between the lubricant oil and food. Supported in NSF H1 (from NSF – National Sanitation Foundation International) delimiting within 10 ppm as the maximum permissible incidental contact between lubricant oil and food, the maintenance team need to select carefully the lubricant to be used in their equipment. Thus, based on the basic characteristics of food-grade lubricants available on the market, there was interest in developing an analysis of applicability of various lubricants with appropriate food grade, observed the equipment lubrication conditions in a cold production line of products and by-products of chicken, since the arrival of the birds until the palletizing sector at -20 °C.

Keywords: Lubricants, Food-Grade, Cold Production Line.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Acesso prático às normas e regulamentações alimentícias.....	12
Figura 2 - Principais agências regulamentadoras	17
Figura 3 - Demonstração do menos viscoso ao mais viscoso.....	20
Figura 4 - Empilhadeira Linde RC 17-EK em ambiente a -20°C.....	22
Figura 5 - Seladora monobloco de selagem contínua	23
Figura 6 - Injetora de temperos, à direita elementos enferrujados	24
Figura 7 - Embaladora de partes Semil, destaque para plaqueta do redutor	25
Figura 8 - À esquerda redutor no pré-chiller, à direita redutor no chiller com plaqueta ilegível	26
Figura 9 - Rolamentos da Lavadeira enferrujados denunciam pouca proteção contra umidade	26
Figura 10 - Trecho da tabela de lubrificação SEW Eurodrive (06/2010). Menção para ISO VG 460 de 0 a 40°C como temperatura de trabalho	27
Figura 11 - Conjunto SEW Eurodrive e transmissão por corrente com sinais de corrosão	27
Figura 12 - Cestari com destaque para coroa e corrente com ferrugem aparente	29
Figura 13 - Redutor Cestari – Setor de Evisceração	30
Figura 14 - Depenadeira industrial, ao lado os rolamentos laterais.....	31
Figura 15 - Depiladora de patas em ambiente bastante úmido	32
Figura 16 - No topo das imagens, o aéreo presente em diferentes setores.....	33
Figura 17 - Plaqueta, rolamentos e componentes da lavadora de caixas	34
Figura 18 - Dois geradores Stemac foram observados	35
Figura 19 - Compressor Chicago Pneumatic CPB 30	35
Figura 21 - Compressor Howden MK6	36
Figura 20 - Compressor Madef 3C 16x11	36
Figura 22 - Motor elétrico do Compressor Howden MK6	37
Figura 23 - Digestores, no detalhe a presença de resíduos no rolamento	37
Figura 24 - Corrente enferrujada e plaqueta ilegível do redutor Cestari.....	38
Figura 25 - Prensa Helicoidal	39
Figura 26 - Rolamentos espalhados no início e no fim das esteiras	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Graxas e ponto de gota de acordo com o espessante	15
Tabela 2 – Classificação ATIEL/API para óleos básicos	16
Tabela 3 - Pesquisa sobre prioridades na indústria alimentícia	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANP	Agência Nacional do Petróleo
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
API	American Petroleum Institute
ASTM	American Society for Testing and Materials
CMS	Carne Mecanicamente Separada
CRF	Code of Federal Regulations
DIN	Deutsches Institut für Normung (Instituto Alemão de Normatização)
EP	Extrema Pressão
FDA	Food and Drug Administration
H1	Categoria de grau alimentício para lubrificantes
ISO	International Organization for Standardization
IV	Índice de Viscosidade
KVA	Kilovoltampere
MB	Mercedes Benz
NLGI	National Lubricating Grease Institute
NSF	National Sanitation Foundation
TAG	Etiqueta
USDA	United States Department of Agriculture
VG	Viscosity Grade

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 DESENVOLVIMENTO	13
2.1.1 CONSTITUIÇÃO BÁSICA DE LUBRIFICANTES.....	13
2.1.1 Aditivos em óleos e graxas lubrificantes.....	13
2.1.2 Espessantes em graxas lubrificantes.....	14
2.1.3 Classificação dos básicos	15
2.2 DESEMPENHO DE LUBRIFICANTES.....	16
2.2.1 Características físicas dos óleos lubrificantes	19
2.2.2 Viscosidade.....	20
2.2.3 Relações de Viscosidade/Temperatura.....	20
3 DESENVOLVIMENTO	22
3.1 PALETIZAÇÃO.....	22
3.2 SALA DE TEMPERO.....	24
3.3 PRÉ-RESFRIAMENTO	25
3.4 SALA DE CORTE	28
3.5 CMS – CARNE MECANICAMENTE SEPARADA.....	30
3.6 EVISCERAÇÃO.....	30
3.7 ESCALDAGEM.....	31
3.8 PLATAFORMA	34
3.9 CASA DE MÁQUINAS	34
3.10 FÁBRICA DE SUBPRODUTOS (GRAXARIA).....	37
4 RESULTADOS.....	41
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
7 REFERÊNCIAS.....	44

1 INTRODUÇÃO

Dentre as várias rotinas de uma equipe de manutenção está o controle sobre a lubrificação de seus equipamentos. A realidade desse manejo pode ser ainda muito ampla e depender de muitos fatores. Primeiramente a natureza da atividade, como uma frota equipada com motores diesel ou uma indústria repleta de compressores, extrusoras e sopradoras de plástico. Posteriormente todas as características relativas ao ambiente de trabalho, relativo à temperatura, condições de limpeza e lavagem, se é seco ou úmido, entre outros. Por último a rotina diária de serviço, diretamente proporcional à produtividade e inversamente proporcional à vida útil de todos os quesitos no tocante à lubrificação como filtros e óleo.

O contexto para o presente trabalho, ao que os equipamentos observados estão submetidos, é considerado crítico. O ambiente de trabalho é frio e úmido, com alguns setores passando por sérias lavagens diariamente. A rotina, devido à demanda da produção, é contínua em alguns setores. A montagem do quadro crítico torna-se completa com a natureza da atividade que requer total atenção para os riscos de contaminação dos produtos, por tratar-se de uma indústria processadora de alimentos.

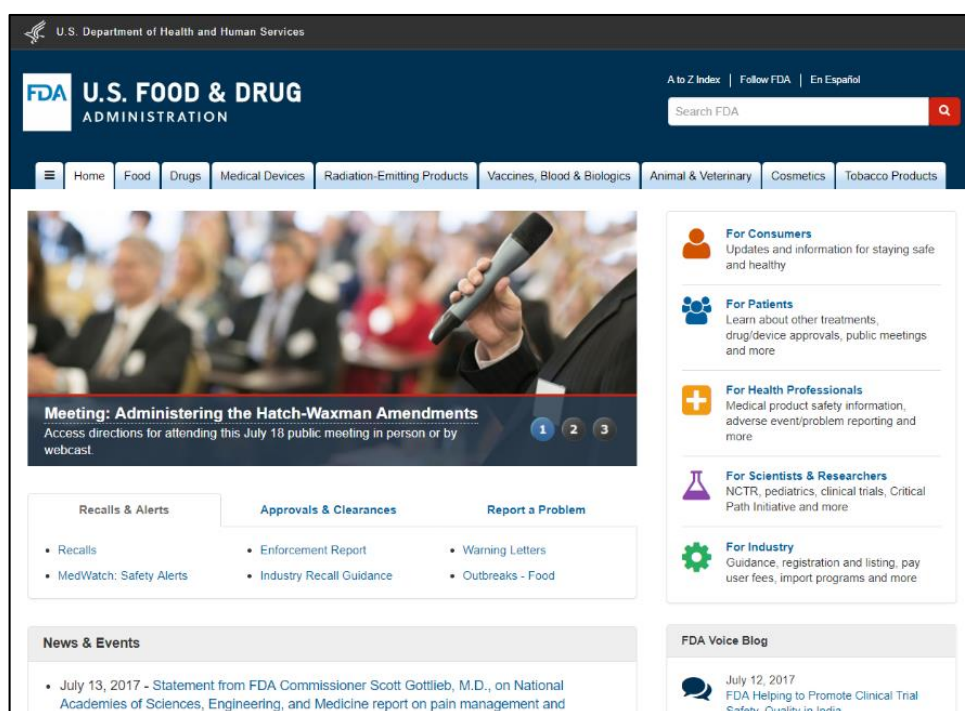
A visita à planta de produção de um frigorífico de aves teve como objetivo a elaboração de um relatório técnico com ênfase na recomendação de lubrificantes com registro nas principais associações internacionais de regulamentação da lubrificação em processos de produção de alimentos. Nestes casos as principais entidades, estão diretamente envolvidas na formulação do lubrificante. Nele deverá ser informada sua composição química completa e finalidade de uso da substância no rótulo da embalagem. Tais associações estipulam ainda especificações de performance e exigências físicas que um produto deve reunir quando é utilizado na indústria alimentícia. Dessa forma o comprometimento exigido do fabricante é formular seus lubrificantes com ingredientes aceitáveis e de performance necessárias para passar nos testes que o regulamentem.

Com foco na padronização da lubrificação da planta com a aplicação de lubrificantes ideais de grau alimentício, a equipe multifuncional, composta pelo graduando e equipe de manutenção da empresa, avaliou as condições de operação de cada equipamento seguindo à ordem inversa da produção. A incursão iniciou-se na Paletização e encerrou-se na Plataforma com visita ainda à Casa de Máquinas

onde encontram-se os geradores e compressores. É padrão da empresa, através de sua equipe, manter sua produção operante e rentável. Para tanto, é sábio e prudente evitar riscos provenientes de problemas de contaminação ou vazamentos de lubrificantes, o que pode trazer grandes perdas financeiras e de imagem ao produtor de alimentos (*recall* dos produtos).

As aplicações onde existem possibilidades de contato acidental entre o óleo lubrificante e alimento são caracterizados pela FDA (2016), sítio eletrônico como na figura 1, como pontos críticos de controle. A fim de garantir o enquadramento de cada ponto crítico observado na planta, na norma NSF H1, a qual permite o contato acidental de até 10 ppm de óleo lubrificante com o alimento, e a adequada lubrificação dos equipamentos, a equipe multifuncional percorreu a produção e recomendou a seguir – por meio deste presente relatório – os lubrificantes de grau alimentício característicos a cada equipamento, de acordo com a aplicação e setores.

Figura 1 - Acesso prático às normas e regulamentações alimentícias



Fonte: NSF, FDA e USDA

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 REVISÃO LITERÁRIA

A mais antiga manifestação de lubrificação da qual se tem notícia foi achada no Egito, no túmulo de Ra-Em-Ka, 2600-1700 a.C.: é mostrado um tipo de trenó transportando um monumento de pedra e um homem que despeja um líquido para lubrificar os deslizadores do trenó (CARRETEIRO; BELMIRO, 2006). A origem do termo lubrificação é tão antiga quanto certamente a maioria dos engenheiros imaginam. Ainda segundo Carreteiro e Belmiro (2016), em sua obra *Lubrificantes & Lubrificação Industrial*, um importante papel coube à Escócia, no século passado, no desenvolvimento da indústria e no comércio do petróleo. James Young, de Kelly, nascido em 1811, foi o primeiro a produzir, em 1848, *paraffin oil* em escala comercial, com seu sócio Meldrum. Eram elaborados dois tipos de óleo de parafina: um fino, para uso como *burning oil* (combustível) em lâmpadas, e outro pesado, para fins lubrificantes.

2.1.1 CONSTITUIÇÃO BÁSICA DE LUBRIFICANTES

Na constituição dos lubrificantes destaca-se o óleo básico, geralmente originado do petróleo. O óleo básico, ou base lubrificante, é combinado com aditivos especiais que lhes conferem propriedades físicas ou químicas adicionais. Essas bases são essencialmente obtidas do refino do petróleo cru, os chamados óleos básicos minerais e da síntese de compostos relativamente puros com propriedades adequadas para o uso como lubrificantes, chamados bases sintéticas. Os óleos minerais, obtidos do petróleo, possuem conseqüentemente propriedades que se relacionam à natureza do óleo cru que lhes deu origem e ao processo de refinação empregado. Bases sintéticas, por sua vez obtidas por síntese química, compõem lubrificantes aptos a suportarem as condições mais adversas possíveis com relação à temperatura de serviço, estabilidade química, oxidação, vida útil, etc. (CARRETEIRO; BELMIRO, 2006).

2.1.1 Aditivos em óleos e graxas lubrificantes

Não é surpreendente afirmar que a qualidade de um lubrificante pode ser alterada pelo ambiente no qual opera. Logo, são muitos os fatores externos que influenciam diretamente o desempenho do óleo, como temperatura, fuligem e água.

Algumas características como a volatilidade do óleo nas condições de operação dependem exclusivamente da base lubrificante escolhida e não podem ser modificadas com outras substâncias, entretanto, muitas outras propriedades são melhoradas e até introduzidas ou mesmo suprimidas à base escolhida através de aditivos (CARRETEIRO; BELMIRO, 2006).

Os aditivos quando adicionados aos óleos básicos reforçam algumas de suas qualidades ou lhes conferem novas ou ainda eliminam propriedades indesejáveis. Carreteiro e Belmiro (2006) é mais específico ao classificar os aditivos em dois grupos:

- a) Aqueles que modificam certas características físicas, tais como ponto de fluidez, espuma e índice de viscosidade;
- b) Aqueles cujo efeito final é de natureza química, tais como inibidores de oxidação, detergentes, agentes EP e outros.

São várias as possibilidades de formulação de aditivos para lubrificantes e várias são as finalidades. Entre os tipos de aditivação mais comumente encontrados nas principais formulações de óleos lubrificantes estão os detergentes, dispersantes, antidesgaste, extrema pressão, melhoradores de IV e inibidores de corrosão. Todos representam substâncias químicas diferentes e estarão em maior ou menor quantidade em um produto, a depender do tipo de lubrificação do mesmo.

2.1.2 Espessantes em graxas lubrificantes

A ASTM D 288 61(1978), nas suas definições padrão, considera graxa lubrificante um produto de sólido a semifluido proveniente da dispersão de um agente engrossador em um líquido lubrificante. A interpretação da descrição remete à formulação engrossador, líquido lubrificante e aditivos. Pois estes três termos compõem uma graxa.

É comum observar que a maioria das graxas amolecem em serviço, por conta do funcionamento que geralmente representa elevação da temperatura inicial. No entanto, recuperam sua consistência original quando deixadas em repouso, ou seja, quando a temperatura e movimento relativo entre superfícies cessam.

Carreteiro e Belmiro (2006) em sua obra compara espessantes (sabões metálicos) e sabões de lavar roupa, pois não diferem tanto entre si, na essência. De maneira simples, podemos considerar que são sabões obtidos pela reação química entre um ácido graxo (comumente o sebo) e um produto alcalino, que poderia ser cal virgem (sabão de cálcio), soda cáustica (sabão de sódio) ou hidróxido de lítio (sabão de lítio).

Assim, o sabão ou espessante, é a estrutura fibrosa que, como uma esponja, retém o óleo lubrificante internamente, liberando-o de acordo com a interação da atividade, temperatura, etc. É comum que o tipo de sabão determine com mais força muitas características físico-químicas das graxas em comparação com a base lubrificante e os aditivos que também à constituem.

A ASTM D566 (2017) por exemplo, delimita condições para o teste de Ponto de gota que indica a temperatura em que a graxa se torna fluida, capaz de gotejar. No universo das graxas os pontos de gota são os mais variados e dependem diretamente do agente engrossador (CARRETEIRO; BELMIRO, 2006), em outras palavras, do sabão ou espessante. A tabela a seguir mostra bem o desempenho de cada um deles.

Tabela 1 – Graxas e ponto de gota de acordo com o espessante

Tipo de sabão	Ponto de gota (°C)
Graxas de cálcio	70 a 120
Graxas de sódio	120 a 200
Graxas de alumínio	70 a 110
Graxas de bário	180 a 260
Graxas de lítio	180 a 250
Graxas complexas	>260
Graxas de poliuréia	220 a 260
Graxas especiais (argila, bissulfeto de molibdênio, sílica, grafita)	>260

Fonte: Carreteiro e Belmiro (2016)

2.1.3 Classificação dos básicos

Carreteiro e Belmiro (2006) em sua obra Lubrificantes e Lubrificação Industrial menciona que:

As bases lubrificantes são as principais constituintes dos lubrificantes. Geralmente originárias do petróleo, as bases são combinadas com aditivos especiais que lhes conferem propriedades físicas ou químicas adicionais.

As bases lubrificantes são essencialmente obtidas do refino do petróleo cru, os chamados óleos básicos minerais e da síntese de compostos relativamente puros com propriedades adequadas para o uso como lubrificantes, chamados bases sintéticas.

Devido à diversidade de rotas de processamento (solvente, hidrorrefino, sínteses químicas, etc), variedade de petróleos e matérias primas, o American Petroleum Institute, API, nos Estados Unidos, e a Association Technique de L'industrie

Europeanne des Lubrifiants, ATIEL, na Europa, adotaram um sistema de classificação único, no qual os parâmetros teor de enxofre, teor de saturados e índice de viscosidade são tomados como critério (ANP, 2016). Essa classificação é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 – Classificação ATIEL/API para óleos básicos

Grupos	Teor de saturados	Teor de enxofre	Índice de Viscosidade
Grupo I	<90%	>0,03%	80 a 120
Grupo I+	<90%	>0,03%	100 a 110
Grupo II	>90%	<0,03%	80 a 120
Grupo II+	>90%	<0,03%	110 a 120
Grupo III	>90%	<0,03%	>120
Grupo III+	>90%	<0,03%	>140
Grupo IV	Polialfaolefinas (PAO's)		
Grupo V	Outros ésteres, poliglicóis, etc		
Grupo VI	Polinternalefinas (PIO's)		

Fonte: ANP

2.2 DESEMPENHO DE LUBRIFICANTES

O objetivo da lubrificação consiste em reduzir a fricção, o desgaste e o aquecimento das peças de máquina que se movem relativamente umas às outras. Um lubrificante é qualquer substância que, quando inserida entre superfícies móveis, alcança tais propósitos (SHINGLEY, J. E., et al., 2005). A qualidade de um lubrificante é comprovada apenas após a aplicação e avaliação de seu desempenho em serviço, bem como a posterior análises dos gastos gerados ou assumidos durante e após sua utilização.

Com os avanços tecnológicos é convincente afirmar que mecanismos cada vez mais eficientes e precisos necessitem de lubrificantes de desempenho superior. Foi para aplicações militares, geralmente berço de inovações, que foram desenvolvidos os primeiros lubrificantes de base sintética com características superiores aos de base mineral – provenientes do petróleo. Fatores como novos projetos de equipamentos, menores e mais severos, novos conceitos de manutenção, onde o tempo de funcionamento ininterrupto e a vida útil do equipamento e do óleo tornam-se importantes, o aumento dos custos operacionais de inatividade e de mão-de-obra e a necessidade de aumento de produção com o mesmo projeto de máquina, viabilizaram o incremento da utilização de produtos mais sofisticados e específicos como os sintéticos. Dentre as principais e mais comuns vantagens dos lubrificantes sintéticos podem ser descritas a alta resistência a temperaturas extremas e suas variações, melhor resistência à oxidação, estabilidade química, maior vida útil com consequente redução do descarte de óleo usado, ficando o preço bem mais elevado como um fator importante na comparação com os

óleos minerais. Portanto, a utilização de óleos sintéticos sempre requer uma análise de custo e benefício (CARRETEIRO; BELMIRO, 2006).

O foco do presente trabalho é a subsequente análise do estudo de caso realizado em um frigorífico de aves. Nele os animais chegam vivos, são abatidos, tratados e armazenados. Por tratar-se de um processamento de alimentos, a produção da empresa observada possui inúmeros equipamentos mecânicos expostos a condições críticas de trabalho, onde a primeira delas é a necessidade de aplicação de um lubrificante com grau alimentício.

Hodson (2016) afirma que certos lubrificantes sintéticos possuem um benefício adicional para fabricantes de alimentos e bebidas porque novos lubrificantes foram certificados como não tóxicos para seres humanos. Afirma também que a contaminação por lubrificantes tem sido um problema na indústria alimentícia, onde um acidente grave pode exigir que uma empresa faça um recall de produtos maciço, o que pode ser devastador para sua reputação. Tais certificados, popularmente conhecidos como certificados de grau alimentício, nada mais são do que aprovações expedidas por agências regulamentadoras (figura 2) voltadas para a fabricação de alimentos e bebidas. Segundo Gebarin (2016), nos Estados Unidos, as duas agências governamentais envolvidas principalmente no processamento de alimentos são o *US Department of Agriculture* (USDA) e o *US Food and Drug Administration* (FDA). Atualmente, não apenas em território americano, mas em outros países, a National Sanitation Foundation (NSF) gerencia um programa de avaliação de lubrificantes que reflete essencialmente o plano do USDA. Nele, cada componente da formulação é submetido à NSF pelo fabricante do lubrificante juntamente com uma regulamentação de suporte. O objetivo é verificar se todos os componentes estão dentro da listagem de substâncias permitidas pela FDA. O sítio eletrônico da NSF (www.nsf.org) fornece aos fabricantes de alimentos uma lista atualizada de lubrificantes aprovados em www.nsfwhitebook.org.

Figura 2 - Principais agências regulamentadoras



Fonte: Próprio autor

Lubrificante de equipamentos que podem ter contato com alimentos são produtos para lubrificar, untar, umedecer ou tornar lúbrico e escorregadio superfícies ou partes de equipamentos e acessórios, utensílios ou revestimentos empregados em estabelecimentos pertinentes à área de alimentos (ANVISA, 1969). Indústrias dessa natureza correm um risco desnecessário ao utilizar no seu maquinário apenas lubrificantes comuns.

Os *recalls* de gêneros alimentícios devido à contaminação aumentaram significativamente ao longo da última década. Considerando que as consequências disto podem ser devastadoras para uma marca e potencialmente para seus consumidores, não é surpreendente que a pesquisa anual americana de tendências de manufatura e processamento de alimentos em 2008 (*US Food Processing 2008 Annual Manufacturing Trends Survey*) indicou que a preocupação número um dos processadores de alimentos e bebidas é a segurança alimentar, mais do que o consumo de energia, questões trabalhistas ou preocupações alimentares (MOBIL, 2010).

Trabalhar os conceitos básicos de lubrificantes e lubrificação se faz necessário para o desenvolvimento das atividades seguintes. Para exemplificar os tipos de lubrificação, SHINGLEY, J. E., et al (2005) em sua obra Projeto de Engenharia Mecânica, menciona cinco maneiras cujas superfícies em movimento relativo podem ser lubrificadas.

A primeira delas é a *lubrificação hidrodinâmica*, significa que as superfícies de carregamento de carga do mancal encontram-se separadas por um filme relativamente espesso de lubrificante, a fim de prevenir o contato metal-metal, e que a estabilidade assim obtida possa ser explicada pelas leis da mecânica dos fluidos. Tal lubrificação não depende da introdução do lubrificante sob pressão, embora isso possa ocorrer, mas requer, sim, a existência de um suprimento adequado constantemente. A pressão de filme é criada pela superfície móvel puxando o lubrificante para a zona em forma de cunha, a uma velocidade suficientemente alta para criar a pressão necessária para separar as superfícies contra a carga no mancal. A lubrificação hidrodinâmica é também denominada lubrificação de filme completo, ou fluida.

A *lubrificação hidrostática* é obtida pela introdução do lubrificante – às vezes ar ou água – na área de suporte de carga, a uma pressão alta o suficiente para separar as superfícies com um filme relativamente espesso de lubrificante. Assim, ao contrário da lubrificação hidrodinâmica, esse tipo de lubrificação não requer necessariamente o movimento de uma superfície em relação à outra. É relevante considerar a lubrificação

hidrostática em projetos de mancais em que as velocidades são pequenas ou até mesmo nulas e a resistência friccional deve ser um mínimo absoluto.

A terceira é a *lubrificação elasto hidrodinâmica*, um fenômeno que ocorre quando um lubrificante é introduzido entre superfícies que estão em contato rolante, tais como engrenagens acopladoras ou mancais de rolamento. A explicação matemática requer a teoria hertziana de tensão de contato e mecânica do fluido. Fatores como área insuficiente de superfície, uma queda na velocidade da superfície móvel, uma diminuição na quantidade de lubrificante enviado a um mancal, um aumento na carga do mancal, ou na temperatura do lubrificante, resultando em uma diminuição da viscosidade – qualquer um destes – podem prevenir a construção de um filme espesso o suficiente para a lubrificação de filme completo. Quando isso ocorre, as asperezas mais elevadas podem estar separadas por filmes de lubrificante de somente algumas dimensões moleculares de espessura. Isso é denominado *lubrificação de contorno*. A mudança da lubrificação hidrodinâmica para a de contorno não é, em absoluto, uma mudança repentina ou abrupta. É provável que uma lubrificação tipo mista, entre hidrodinâmica e de contorno, ocorra primeiro aquela que, à medida que as superfícies se se moverem mais próximas, a lubrificação tipo de contorno torne-se predominante. A viscosidade do lubrificante não é tão importante quanto a composição química no que se refere à lubrificação de contorno.

Para todos os modelos característicos de lubrificação existem vários tipos de lubrificantes a aplicar. Em especial os óleos lubrificantes são distintos ou caracterizados por várias propriedades físico-químicas que correspondem ao tipo de serviço e ao desempenho esperado da operação. A viscosidade tem importância fundamental na lubrificação hidrodinâmica pois é ela a propriedade que determina o valor da resistência ao cisalhamento que um fluido possui. Esta é uma característica devida, principalmente, à interação entre suas moléculas. O conceito de viscosidade foi estabelecido, em princípio, por Isaac Newton. Louis Navier, na França, e George Stokes, na Inglaterra, no início do século XIX estudaram matematicamente o equilíbrio dinâmico dos fluidos viscosos. Hágen e Poiseuille estudaram o escoamento dos líquidos em condutos circulares capilares, enquanto Boussinesq e Reynolds se notabilizaram nos estudos do escoamento turbulento. Popularmente, a viscosidade é o “corpo” do lubrificante. Um óleo viscoso ou de grande viscosidade é “grosso” e flui com dificuldade. Um óleo de pouca viscosidade é “fino” e escorre facilmente. Podemos, pois, dizer que a viscosidade de um óleo é inversamente proporcional à sua fluidez (CARRETEIRO; BELMIRO, 2006).

2.2.1 Características físicas dos óleos lubrificantes

Um lubrificante recomendado a uma aplicação somente à cumpre com qualidade após a avaliação de seu desempenho. Este desempenho está diretamente ligado a composição química do óleo, ou graxa, resultante dos processos de refino,

de aditivos e outros fatores já comentados. Essa combinação de fatores dá ao lubrificante certas características físicas, e também químicas, que permitem selecionar, adequar e nivelar a qualidade e o desempenho de inúmeras operações onde se deseja ter controle sob a lubrificação.

2.2.2 Viscosidade

A norma técnica ASTM (2008) define viscosidade como:

A viscosidade está relacionada à capacidade que um líquido possui de fluir. A operação adequada do equipamento depende da viscosidade apropriada do líquido lubrificante usado. A medição precisa da viscosidade cinemática de óleos básicos é essencial e fundamental na formulação de lubrificantes. Deste modo, garante-se que as especificações dos produtos e as capacidades de desempenho possam ser atendidas.

A figura 3 mostra cinco viscosidades em um teste prático onde os valores da viscosidade aumentam da esquerda para a direita. A velocidade do movimento relativo entre as duas superfícies lubrificadas é tratada como um indicador da viscosidade do lubrificante necessário para a aplicação. Assim como um fluido de baixa viscosidade tende a fluir mais rápido que um de maior viscosidade, a natureza de aplicação de fluidos pouco viscosos tende a ser a lubrificação de superfícies onde o movimento entre elas se dá de forma rápida.

Figura 3 - Demonstração do menos viscoso ao mais viscoso



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

2.2.3 Relações de Viscosidade/Temperatura

Para Carreteiro e Belmiro (2006) o coeficiente viscosidade-temperatura de todos os líquidos é alto e a temperatura deve ser cuidadosamente referida em qualquer medida de viscosidade. Ao passo que a ASTM D341-09 (2015), aplica para

óleos lubrificantes, a seguinte equação empírica, conhecida como equação de Walther, demonstrada logo abaixo, que pode ser empregada ao menos para uma gama considerável de óleos.

Equação 1 – Equação de Walther

$$\log \log(V + K) = A = B \log T$$

Nela V é a viscosidade cinemática em sua medida padrão em centistokes, T é a temperatura absoluta, A e B são constantes para um dado óleo e K é, exceto para valores muito baixos de V , uma constante universal (ASTM D341-09, 2015).

Um valor de 0,8 era originalmente usado para K , mas a ASTM 341-09 verificou posteriormente que a equação se ajustava melhor aos dados experimentais empregando o valor de 0,6 para viscosidades maiores que 1,5 centistoke. Este valor é atualmente usado nas tabelas publicadas pela ASTM. (CARRETEIRO; BELMIRO, 2006).

Acontece que o comportamento da viscosidade é inversamente proporcional à variação da temperatura. Logo, de praxe, quando há uma elevação da temperatura de um lubrificante, o comportamento normal do mesmo é apresentar uma redução no valor de sua viscosidade. Diversos são os métodos propostos para exprimir a variação da viscosidade com a temperatura por meio apenas de um número. Um deles é amplamente aplicado no comércio, o índice de viscosidade, facilmente localizável na ficha técnica de lubrificantes.

2.2.4 Índice de Viscosidade

O manual ASTM D2270-10 (2016) apresenta tabelas para a determinação do IV de Dean e Davis (pesquisadores que propuseram no passado uma escala empírica, porém padronizada) que partem ou da viscosidade cinemática ou da viscosidade Saybolt a 40 °C e a 100 °C.

Índice de Viscosidade é uma medida da variação na viscosidade cinemática de produtos de petróleo em razão de variações na temperatura entre 40 e 100 °C. Na prática, é um número que indica a variação da viscosidade cinemática com a temperatura. Quanto maior o índice de viscosidade, menor a redução na viscosidade cinemática com o aumento da temperatura de um óleo lubrificante. O IV é usado também para caracterizar óleos básicos com a finalidade de estabelecer requisitos de ensaios de motor para as categorias de desempenho do óleo ABNT (2016).

3 DESENVOLVIMENTO

Com a incursão e o conhecimento de todos os equipamentos operantes na linha de produção de um frigorífico de aves, foi possível o desenvolvimento do trabalho. As tomadas de decisão contaram com o respaldo dos setores técnicos e da diretoria da empresa beneficiada pela atividade descrita ao longo do trabalho. Assim, cada setor visitado foi melhor descrito nos tópicos a seguir.

3.1 PALETIZAÇÃO

A visita ao primeiro setor, o último da produção, foi breve com destaque para a única empilhadeira da paletização, figura 4. A principal aplicação do veículo é realizar a movimentação de carga, posicionando de maneira ideal as caixas de produto finalizado nos *pallets*. A temperatura do ambiente é -20 °C e o lubrificante aplicado na unidade hidráulica da empilhadeira é sabidamente um lubrificante hidráulico comum de viscosidade ISO VG 46, por recomendação do fabricante e embasado também na temperatura do ambiente. Outro componente a lubrificar são as correntes da transmissão de força para a elevação dos garfos, tais correntes abrangem toda a torre da empilhadeira.

Figura 4 - Empilhadeira Linde RC 17-

EK em ambiente a -20°C



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

O sistema hidráulico e as correntes à mostra na torre são pontos críticos de controle da lubrificação por representarem um risco de contaminação dos alimentos. Recomenda-se assim a aplicação de um lubrificante com registro NSF H1 que atenda

ao título 21 CRF 178.3570 da FDA, com índice de viscosidade 148 (ASTM D 2270), de viscosidade ISO 46, que atenda também às normas DIN 51506 e DIN 51524-2, para aplicação na unidade hidráulica da empilhadeira Linder – determinado via manual de serviço para a temperatura de trabalho observada. E uma graxa com aprovação NSF H1 e CRF 178.3570 cujo espessante seja o complexo de alumínio e o grau NLGI seja 1, pois lhe confere muito boa adesividade natural e resistência à água (CARRETEIRO; BELMIRO, 2006) nas correntes da torre da mesma. Em especial, a graxa indicada possui excelente resistência à lavagens e proteção contra a corrosão o que significa um ganho com produtividade em ambientes úmidos ou com presença de água.

O setor conta também com uma Seladora Monobloco de selagem contínua com túnel de resfriamento (marca Frigomaq). O ponto crítico observado foi o redutor Geremia modelo SSA51 como mostra a figura 5. Com a utilização de um lubrificante de grau alimentício, nessas circunstâncias, evita-se o risco de exposição dos produtos semiacabados à possíveis vazamentos ou falhas no redutor. Para esta aplicação é expressa a recomendação de um lubrificante com homologações NSF H1, FDA 21 e CRF 178.3570 cujo IV seja 147 ou superior, por classificar-se como lubrificante sintético de grau alimentício adequado às exigências do fabricante do equipamento, que indica na plaqueta a aplicação de um lubrificante de ISO VG 320.

Figura 5 - Seladora monobloco de selagem contínua



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

3.2 SALA DE TEMPERO

A temperatura na Sala de Tempero é de aproximadamente 12° C. É essa a temperatura externa de trabalho dos equipamentos que representam os pontos críticos de controle no setor e eles estão todos concentrados na Injetora de temperos da fabricante Frigomaq. A injetora conta com um pequeno motor elétrico SEW, cujo rolamento é blindado, acoplado a um redutor Cestari cuja plaqueta já se apresenta ilegível. A transmissão pinhão, coroa e corrente mostram-se avermelhados por conta da corrosão aparente da própria corrente, o que evidencia um ambiente úmido mesmo no console da injetora onde estão posicionados motor elétrico e transmissão.

Para esta máquina recomendou-se uma graxa com selo NSF H1 e CRF 178.3570 cujo espessante seja o complexo de alumínio e o grau NLGI seja 1 na corrente de transmissão por se tratar de uma graxa com características de resistência à água a fim de evitar o agravamento da corrosão da mesma, que já é considerável como mostra a figura 6. É recomendado também a limpeza do excesso de resíduo da corrosão com *cleaners* ou desengripantes antes da aplicação da graxa para que não haja atrito excessivo na operação.

Figura 6 - Injetora de temperos, à direita elementos enferrujados



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Para o redutor mostrado na figura 6 acima, é prudente que seja reavaliado o óleo que está sendo aplicado nos históricos de manutenção do setor. Sem as recomendações de viscosidade do óleo indicado pela plaqueta (ilegível) e pelo manual de serviço do equipamento (não encontrado) torna-se inadequada uma recomendação sem precedentes.

3.3 PRÉ-RESFRIAMENTO

Durante a incursão percebe-se que o setor de pré-resfriamento é um ambiente bastante úmido e igualmente frio aos demais, com a temperatura ainda em torno dos 12°C. A presença de umidade e a lavagem constante do setor, para que se mantenham os padrões sanitários de qualidade, nos levam a recomendações que resistam a essas características do ambiente de trabalho.

A primeira máquina observada foi a Embaladora de partes, da fabricante Semil. Em maior número estão os atuadores pneumáticos que garantem boa parte do funcionamento da máquina. No entanto, as esteiras que transportam os segmentos de frango são acionadas por um conjunto moto-redutor cujo motor elétrico possui rolamento blindado. O redutor do conjunto é facilmente identificável pela plaqueta que informa a fabricante Geremia, modelo GSD 75-5, como exposto na figura 7.

Figura 7 - Embaladora de partes Semil, destaque para plaqueta do redutor



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Para o resfriamento das carcaças de frango o setor conta com uma unidade *Chiller*. O equipamento conta com um tanque anterior à sua estrutura principal, chamado de *Pré-chiller*. Ambos, *Chiller* e *Pré-Chiller* contam com dois redutores cada, o que garante a movimentação das carcaças no interior dos tanques. Para o primeiro foram observados dois redutores Cestari da série 53799, já para o segundo os dois redutores Cestari com plaquetas ilegíveis e manuais de serviço inacessíveis. Nesta ocasião, como mostra a figura 8 a seguir, o modelo de redutor da fabricante Cestari usado no *pré-chiller* indica lubrificante sintético com grau de viscosidade ISO 460, no entanto recomenda-se também que seja somado à esta indicação, a característica de grau alimentício ao lubrificante que será aplicado nos redutores de *chiller* e *pré-chiller*. A medida evita riscos básicos de vazamento e contaminação com qualquer tipo de

resquício de lubrificante que possa vir a contaminar o interior dos tanques, o que pode resultar em perdas e custos adicionais caso as falhas apresentadas venham a ser ocasionadas com lubrificante sintético que não seja de grau alimentício.

Figura 8 - À esquerda redutor no pré-chiller, à direita redutor no chiller com plaqueta ilegível



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Ainda no setor de pré-resfriamento da produção foi avaliada junto à equipe de manutenção da empresa, as condições da Lavadeira de Caixas, equipamento utilizado para higienização das caixas brancas usadas na estocagem. Observou-se a presença de quatro rolamentos comuns de simples fileira de esferas distribuídos na entrada e na saída da lavadeira. São dois rolamentos SKF C-206 por eixo como nas imagens da figura 9.

Figura 9 - Rolamentos da Lavadeira enferrujados denunciam pouca proteção contra umidade



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

As imagens acima mostram a presença de ferrugem nas extremidades dos rolamentos. Isso se deve à grande umidade e constante lavagem por água. As fotos evidenciam então que este é mais um ponto crítico de controle da lubrificação pois

temos vasilhames sendo higienizados no mesmo ambiente de um componente a ser lubrificado. Assim é estritamente recomendado que este lubrificante a ser aplicado nos

Figura 11 - Conjunto SEW Eurodrive e transmissão por corrente com sinais de corrosão



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Figura 10 - Trecho da tabela de lubrificação SEW Eurodrive (06/2010).

Menção para ISO VG 460 de 0 a 40°C como temperatura de trabalho

		6)		ISO, NLGI	
		°C -60 -50 +50 +100		DIN (ISO)	
R...		Standard -10 +40		CLP(CC)	
K...(HK...)		R...K...(HK...), F...S...(HS...)		CLPHC NSF H1	
F...		4)		VG 460	
		0 +40		VG 220	
		-25 +25		VG 68	
		-40 0		VG 460	
		-20 +40			
S...(HS...)		HLP (HM)		VG 15	
		Standard 0 +40		CLP (CC)	
		-20 +60		VG 680	
		-30 +10		CLP PG	
		-40 +10		VG 460	
		-20 +10		CLP HC	
		-25 +20		VG 150	
		-40 +20		CLP (CC)	
		-25 +20		VG 150	
		-40 +20		VG 100	
		-25 +20		CLP PG	
		-40 +20		VG 220	
		-25 +20		CLP HC	
		-40 +20		VG 68	
		-25 +20		CLP HC	
		-40 +20		VG 32	
R...K...(HK...), F...S...(HS...)		4)		CLPHC NSF H1	
		0 +40		VG 460	
		-25 +25		VG 220	
		-40 0		VG 68	
		-20 +40		VG 460	
W...(HW...)		Standard -20 +40		SEW PG	
		-40 +10		VG 460	
		-20 +40		API GL5	
		-40 +10		SAE 75W90 (-VG 100)	
		-20 +40		H1 PG	
		-40 +10		VG 460	
		-25 +60		DIN 51 818	
		-15 +40		9)	
		-15 +40		000 - 0	

Fonte: SEW Eurodrive

rolamentos da Lavadeira possua dentre suas características excelentes propriedades de proteção contra umidade e pertencer registros e aprovações que o classifiquem como lubrificante de grau alimentício.

No setor foram observados também as condições de trabalho das esteiras. A figura 10 mostra mais uma esteira do setor de produção. O acionamento desta se dá por um conjunto moto-redutor SEW-Eurodrive S47 DRE 80S4. A nomenclatura indica que se trata de um motor elétrico de rolamento blindado acoplado a um redutor SEW tipo S, tamanho S47, dotado de rosca sem fim, cuja lubrificação precisa ser dimensionada de acordo com o manual do fabricante ponderando-se o grau alimentício e a temperatura de trabalho. As imagens mostram também a plaqueta do equipamento acompanhada em seguida da tabela de lubrificação, na figura 11, dos redutores SEW dos tipos S, F, K, R e outras variantes.

Interpretando a tabela percebe-se que a SEW recomenda lubrificantes de ISO VG 460 para aplicações onde a temperatura de trabalho varia de 0 a aproximadamente 40 °C com aprovação NSF H1, de grau alimentício.

Assim, recomenda-se a aplicação de um lubrificante ISO VG 460 com aprovações NSF H1, CFR 178.3570 e DIN 51517-3 para o redutor Geremia GSD 75-5 do conjunto moto-redutor da Embaladora de partes Semil por se adequar à exigência do fabricante quanto à lubrificação que está expressa na plaqueta do componente, e também por ser um lubrificante de grau alimentício. Para os pontos críticos percebidos no setor de *chiller* é recomendada também a aplicação do lubrificante descrito acima nos dois redutores Cestari série 615406 do pré-*chiller* já que os outros dois redutores do *chiller* principal precisarão de consulta ao histórico de manutenções para uma recomendação técnica. Também está recomendada a aplicação do mesmo óleo lubrificante no redutor SEW-Eurodrive S47 DRE 80S4 através do manual de serviço já que o lubrificante atende às características apontadas na tabela supracitada. É indicada a aplicação da graxa compatível à exigência CFR 178.3570, DIN 51825 e NSF H1, preferencialmente com espessante de alumínio e aditivos inibidores de ferrugem e grau NLGI 2, para os quatro rolamentos SKF C-206 da Lavadeira de caixas, assumidas as condições de baixíssima rotação e simplicidade de funcionamento dos rolamentos, bem como as características de grau alimentício, resistência à lavagem por água e umidade do ambiente. Por fim recomendamos a aplicação da graxa compatível à citada anteriormente, porém com grau NLGI 1, nas correntes de transmissão observadas.

3.4 SALA DE CORTE

Na Sala de Corte, onde são realizados os cortes específicos das carcaças, foi destinada muita atenção aos pontos críticos do setor. Nele temos as esteiras, uma para cada tipo de corte. Foram observadas as esteiras de coxa, filé de peito e asa onde as duas primeiras possuem 16 rolamentos e a última com 8 rolamentos.

Na esteira de coxas o acionamento é realizado através de um motor elétrico de rolamento blindado acoplado a um redutor Cestari de série 53799. A redução é transmitida aos eixos das esteiras por pinhão, corrente e coroa, estando estes componentes bastante afetados pela ferrugem provocada pela grande umidade no

Figura 12 - Cestari com destaque para coroa e corrente com ferrugem aparente



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

local, bem como pelo alto índices de lavagem. Como mostram as imagens da figura 12 a recomendação do fabricante quanto à lubrificação é a aplicação de óleo sintético de grau de viscosidade ISO 460. Reforçou-se a recomendação do fabricante à realidade do setor ao prevenir possíveis danos por contaminação aos alimentos ao recomendar um lubrificante com certificados de grau alimentício para esta aplicação. Semelhantemente à lubrificação do conjunto de transmissão final por corrente, cuja lubrificação também deve ser aprimorada com lubrificante de grau alimentício.

Assim recomenda-se a aplicação do lubrificante sintético de grau alimentício ISO VG 460 mencionado no setor de Pré-resfriamento para os redutores Cestari série 53799. É recomendada também a aplicação da graxa sintética de grau alimentício de grau NLGI 1, mencionada no referido setor anterior, nas correntes de transmissão observadas. Para os rolamentos supracitados é indicada a continuidade da aplicação da graxa de grau alimentício de grau NLGI 2 também supracitada no setor de Pré-

resfriamento, devido às suas características básicas de trabalho já citadas e à baixa rotação dos componentes, fatores importantes que garantem o bom desempenho da lubrificação.

3.5 CMS – CARNE MECANICAMENTE SEPARADA

No setor a atenção foi voltada para a Processadora de CMS. O equipamento possui uma rotina de operação praticamente contínua e na oportunidade da visita de incursão ao setor de produção não foi possível fazer a aferição do estado de lubrificação de seus componentes. É sabido que a indicação de lubrificantes adequados para rolamentos, mancal à óleo, redutor, etc, que venham a compor a processadora depende diretamente das condições de trabalho e recomendações dos fabricantes. Devido a impossibilidade de constatar dados, o setor não foi beneficiado por este trabalho.

3.6 EVISCERAÇÃO

A evisceração opera a uma temperatura similar à dos demais setores da produção, a 20°C. É perceptível que o setor possui uma quantidade levemente superior de água no ambiente.

O primeiro ponto crítico observado é mostrado a seguir na figura 13. Um moto-redutor cujo motor elétrico Vogue está acoplado a um redutor Cestari de série 637991 cuja plaqueta permite a leitura da indicação da fabricante quanto à viscosidade do lubrificante, um ISO 460 de base sintética. Somando-se a esta característica, reforça-se a recomendação da Cestari com a indicação de um lubrificante sintético de grau alimentício para esta aplicação.

Figura 13 - Redutor Cestari – Setor de Evisceração



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Outro ponto crítico de controle da lubrificação observado foi a máquina processadora de moela. O equipamento tem o mesmo perfil dos demais

equipamentos da produção. A processadora da fabricante Semil conta com três redutores e uma transmissão final por corrente. Os redutores não puderam ser observados devido à máquina estar em operação no momento da incursão. Ainda assim, semelhantemente aos demais pontos de transmissão por corrente, torna-se recomendável que a lubrificação siga o padrão de aplicação dos lubrificantes de grau alimentício.

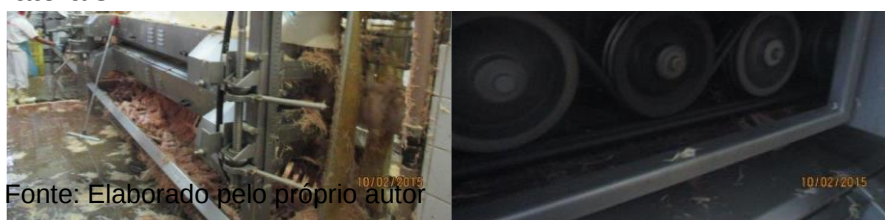
Por fim, a visita ao setor de evisceração encerrou-se com as cinco unidades *chiller* para miúdos de frango. Cada unidade *chiller* conta comprovadamente com uma unidade de redução cada, diretamente ligadas ao acionamento do eixo central do *chiller*. Os redutores em questão não foram registrados pela equipe durante a visita devido ao funcionamento dos equipamentos, cuja parada para observação não seria possível no momento. Assim como os demais equipamentos não observados por conta do ritmo de produção, estes redutores das unidades de resfriamento não receberam recomendações quanto à lubrificação.

É dessa forma que o presente trabalho recomenda a aplicação do lubrificante ISO VG 460 com aprovação NSF H1, CFR 178.3570 e DIN 51517-3 para utilização nos redutores Cestari, responsáveis pelo acionamento das esteiras de transporte do setor de evisceração. É recomendada também a aplicação de uma graxa de complexo de alumínio com grau NLGI 1 e aprovações NSF H1 e CFR 178.3570 cujo óleo básico seja correspondente a um ISO VG 100, na transmissão final por corrente da processadora de moelas também presente no setor. Os produtos recomendados seguem o padrão *food grade* recomendado até então para os pontos críticos de controle da lubrificação tais quais mencionados acima.

3.7 ESCALDAGEM

Um dos setores iniciais da produção, entre aqueles seguintes à plataforma de descarga dos caminhões que transportam as aves, a Escaldagem, opera a uma temperatura ambiente de aproximadamente 60 °C. Com maior umidade tem-se uma

Figura 14 - Depenadeira industrial, ao lado os rolamentos laterais



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

condição de trabalho que favorece a oxidação de componentes onde a lubrificação não seja eficiente.

Um equipamento que trabalha em meio à uma condição extremamente favorável à oxidação é a Depenadeira industrial de frangos, figura 14. A natureza do processo de escaldagem sem dúvidas torna mais árdua a tarefa de controle da lubrificação, as aves escaldadas em água a uma temperatura razoavelmente elevada levam consigo parte desta água para o processo de depenagem. Assim, componentes como rolamentos trabalham sujeitos à umidade do processo bem como às constantes lavagens que a tarefa exige – para a limpeza do ambiente e remoção do excesso de penas.

Os diversos rolamentos da depenadeira estão posicionados de maneira reservada para que não haja nenhum tipo de contato com as aves envolvidas no processo. Sabidamente por conta da lavagem e da quantidade de água envolvida. Ainda assim a aplicação é vista como um ponto crítico de controle pois existe o risco de contaminação do equipamento através de mau manuseio de lubrificantes, neste caso, a graxa. A equipe multifuncional recomenda então uma graxa de grau alimentício, de excelente desempenho na presença de água e resistente a lavagens.

Outra máquina ainda no setor de Escaldagem é a Depiladora Industrial de patas que trabalha sob condições semelhantes à depenadeira, como na figura 15 abaixo. Ambas utilizam o mesmo tipo de rolamento, SKF C 205, em rotações semelhantemente altas. No tocante aos rolamentos, a lubrificação à graxa da depiladora deve ser compartilhada com a lubrificação à graxa da depenadeira. Isso

Figura 15 - Depiladora de patas em ambiente bastante úmido



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

garante melhor identificação da graxa em seu uso, melhor controle de estoque e menor risco de má administração durante as aplicações pois os equipamentos utilizarão o mesmo produto.

Com base nas condições de trabalho observadas o caso específico dos rolamentos de depenadeira e depiladora estão caracterizados como pontos de difícil controle da lubrificação devido a quantidade de lavagens e a presença de água. Para melhor performance dos equipamentos e controle dos riscos inerentes ao controle da graxa aplicada, recomendou-se a utilização de uma graxa de complexo de lítio com aprovações NSF H1 e CFR 178.3570, grau NLGI 2, cujo óleo básico seja da ordem ISO VG 220 devido à boa capacidade de carga e viscosidade do óleo básico que favorecerá o bom funcionamento dos rolamentos (tipo SKF 37 C205), haja vista que os mesmos funcionam a uma velocidade moderada, não superior a 3.600 rpm.

Equipamentos bastante comuns em frigoríficos, sejam de aves, suínos ou bovinos, são os transportadores aéreos para transporte das carcaças (figura 16). O transporte aéreo que se faz presente em praticamente todos os setores é acionado por redutores espalhados ao longo da linha. O posicionamento bem específico de cada um deles, ao topo de cada setor da produção, é um forte indício de que é preciso uma atenção especial quanto à lubrificação. Um vazamento de óleo, qualquer tipo de avaria ou má administração do lubrificante pode ocasionar contaminação adversa simplesmente por ação da gravidade e por estar sempre acima das esteiras de processamento dos produtos. Para o devido controle deste ponto crítico indicou-se a aplicação de lubrificantes destinados a engrenagens e mancais de acordo com a recomendação de cada fabricante. Os dados individuais de cada equipamento em questão não foram aferidos por conta da difícil localização e indisponibilidade de plaquetas e manuais.

Figura 16 - No topo das imagens, o aéreo presente em diferentes setores



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

3.8 PLATAFORMA

No único setor da produção que trabalha à temperatura ambiente, foi observada a Lavadora de gaiolas. Entre seus componentes foram observados como pontos críticos, componentes expostos ao contato com gaiolas e aves no desembarque. O redutor Cestari Série 616686, figura 17, conta com indicação da fabricante na plaqueta do equipamento, um lubrificante sintético de viscosidade ISO 460. Além do redutor foram observados 5 rolamentos tipo SKF 37 C206 que também representam um ponto crítico de controle da lubrificação devido à proximidade com as gaiolas. A graxa aplicada nos rolamentos deve suportar ainda constantes lavagens e a ação de produtos de limpeza.

Figura 17 - Plaqueta, rolamentos e componentes da lavadora de caixas



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Com base nas exigências dos fabricantes e na severidade das tarefas do redutor e dos rolamentos da lavadora de gaiolas que se recomenda a aplicação do lubrificante sintético de grau alimentício ISO VG 460 para o redutor Cestari Série 616686 e uma graxa também de grau alimentício NLGI 2, óleo básico ISO VG 220 e espessante de complexo de alumínio para os rolamentos supracitados, que trabalham em baixas velocidades e passam por constantes processos de higienização.

3.9 CASA DE MÁQUINAS

Em visita à sala de máquinas da planta foram observadas as principais necessidades de lubrificação. Para o compressor rotativo de parafuso Chicago Pneumatic CPB 30 (TAG 018), onde é aplicado o lubrificante mineral próprio para esta

aplicação, ISO VG 46, percebeu-se um ligeiro vazamento de óleo. Vazamentos como este, mostrado na figura 19, podem ser ocasionados por nível elevado de óleo, obstrução de alguma linha, mau funcionamento de vedações, má administração de lubrificante e filtros entre outros.

Figura 18 - Dois geradores Stemac foram observados



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Com a devida observação e acompanhamento, o lubrificante mineral, pode render até 1.500 horas de serviço. Para um melhor desempenho e redução considerável dos gastos com manutenção e atendimento de normas para produção de alimentos, como a NSF H1, indica-se a aplicação de um lubrificante sintético de grau alimentício, e destinado a compressores, aprovado na categoria NSF H1, CFR 178.3570 e nas DIN51506 e 51524-2, com ISO VG 46. O período de troca do lubrificante poderá ser determinado através de análises do óleo em utilização a depender ainda das recomendações de troca da fabricante Chicago quando em aplicações de grau alimentício. A medida sana a contaminação por arrasto.

Figura 19 - Compressor Chicago Pneumatic CPB 30



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

A Casa de máquinas conta com unidades de geração de energia elétrica, figura 18, e compressores de ar. Nos geradores Stemac 250 KVA e 750 KVA, recomenda-se a aplicação de um lubrificante multiviscoso 15W-40 de grau API CI-4 para os motores diesel de cada unidade. Indica-se também um *coolant*, fluido anticorrosivo e anticongelante, preferencialmente com aprovação MB 325.0, para os sistemas de arrefecimento.

Para compressores de refrigeração, como os equipamentos Howden MK6 das imagens (figura 21), foi recomendado o uso de lubrificante para compressores de refrigeração ISO VG 68, conforme descrição do fabricante do equipamento. Para compressores que atingem a mínima de -23°C no evaporador.

Figura 21 - Compressor Madef 3C 16x11



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Figura 20 - Compressor Howden MK6



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Nos compressores de amônia, modelo 3C (16x11) da fabricante Madef, figura 20, torna-se ideal também a aplicação do mesmo lubrificante mencionado anteriormente. Em adição trata-se de um óleo mineral com aditivos antioxidantes,

antiespumantes e antiemulsificantes recomendado para compressores alternativos e rotativos. Sendo compatível ainda com os gases refrigerantes comumente utilizados, como a amônia, o dióxido de carbono e o Freon. Com a utilização de um único produto para todos os compressores de refrigeração a empresa ganha em praticidade e controle de estoque no almoxarifado.

Figura 22 - Motor elétrico do Compressor Howden MK6



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Não existe na planta da fábrica motores elétricos que necessitem de atenção especial quanto à lubrificação. Para os motores elétricos observados, como nos compressores Howden MK6 da figura 22, fica recomendado a aplicação da graxa de espessante de poliureia, de grau NLGI 2, própria para a aplicação. A graxa pode ser aplicada em motores elétricos horizontais, tal como visto ao longo de toda a incursão.

3.10 FÁBRICA DE SUBPRODUTOS (GRAXARIA)

Nos digestores Geza (4.500 litros de capacidade, figura 23) usado no cozimento de subprodutos para a extração de sebo e farinhas de carne e ossos é notável que os rolamentos do eixo principal operam em baixa velocidade, carga

Figura 23 - Digestores, no detalhe a presença de resíduos no rolamento



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

considerável e elevada temperatura. Acrescidas a estas, observou-se também elevada presença de resíduos do processo nos rolamentos centrais de cada equipamento. Esse aspecto é considerado ainda mais crítico por conta da temperatura, em torno dos 120 °C.

Nessa aplicação recomenda-se uma graxa de alto desempenho com espessante de complexo de lítio, grau NLGI 2 e óleo ISO VG 220 devido às suas principais características de trabalho, portanto, aplicabilidade em campo. Esse modelo de graxa é diferente de graxas de lítio comuns pois suporta temperaturas de trabalho relativamente altas, de até 140 °C, devido ao seu elevado ponto de gota (280 °C). Ainda com qualidades excepcionais em resistência à lavagem por água, estrutura altamente adesiva e coesiva e excelente resistência à corrosão e ferrugem. Assim o ideal é que ela atenda ou exceda a norma DIN 51825: (2004-06).

Dessa forma são esperados excelentes resultados e baixo consumo de graxa nas futuras relubrificações. Espera-se também que a graxa trabalhe de acordo com a solicitação de temperatura e velocidade da aplicação, visto que a aplicação é de baixa rotação.

No Moinho foram vistas necessidades de lubrificação no redutor e na corrente de transmissão. A corrente, figura 24, mostra-se com sinais de ferrugem indicando má lubrificação. Já o redutor não conta com uma plaqueta de identificação legível o que compromete a indicação ideal, pois não existem também parâmetros básicos de funcionamento.

Figura 24 - Corrente enferrujada e plaqueta ilegível do redutor Cestari



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Assim, para a prevenção da oxidação na corrente observada fica recomendada a utilização de óleo ISO VG 90 em forma de spray voltado para a lubrificação de correntes sendo ele de base mineral e que contenha aditivos antioxidantes, inibidores de corrosão e extrema pressão.

Na prensa mecânica da figura 25 abaixo é notório o grande porte do redutor além da natureza robusta da aplicação. É observada, não de maneira clara, mas ainda satisfatória, a indicação de um lubrificante EP 680, presente na plaqueta do elemento.

Figura 25 - Prensa Helicoidal



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

É baseado na recomendação da fabricante do equipamento e nas condições de trabalho do mesmo, na Fábrica de Subprodutos, que se recomendou a utilização de um lubrificante ISO VG 680 que conte com excelentes propriedades de extrema pressão e suporte de carga. Ele deve ainda suportar uma carga de soldagem de até 250 kg, observada no Teste EP de 4 esferas (ASTM D2783), e contar com proteção antiferrugem (ASTM D 665).

Os rolamentos não contam com descrição ou histórico de manutenção. Recomenda-se a aplicação da mesma graxa de alto desempenho indicada aos rolamentos dos biodigestores. Se no primeiro caso o fator crítico era a temperatura, neste outro a sujeira e os detritos merecem atenção. De grau NLGI 2 e com excelentes propriedades de vedação e adesão, a graxa poderá ser utilizada nos rolamentos já que é conhecido que todos eles são de baixa velocidade, figura 26.

Figura 26 - Rolamentos espalhados no início e no fim das esteiras



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

A justificativa para a seleção dos lubrificantes indicados ao longo da incursão, para cada um dos equipamentos, setor por setor, não deve ser elaborada instantaneamente. Os arquivos de imagem, as anotações individuais, os manuais de serviço e plaquetas de equipamentos, além do relato da equipe de manutenção devem ser as informações de entrada para o processo de pesquisa e investigação. Após ciência da regulamentação legal (a lei propriamente dita) aplicada à cada prática de produção e características de desempenho necessárias é que o grupo de lubrificantes é selecionado. Cabe então ao pesquisador filtrar as principais qualidades inerentes à satisfação da aplicação estudada. Com a oferta de produtos no mercado, caberá ao proprietário dos equipamentos a escolha do insumo de maior ou menor valor agregado que satisfaça as condições exigidas como aditivização, viscosidade, etc.

4 RESULTADOS

As informações apresentadas ao longo do desenvolvimento são relevantes e representam um ganho relativo para a produção da empresa. Caso siga tais recomendações a empresa passa a trabalhar em risco bem menor em virtude do atendimento da regulamentação atual.

Tabela 3 - Pesquisa sobre prioridades na indústria alimentícia

Prioridades no processo de fabricação em 2009	Pontuação média	Votos em primeiro lugar
Segurança alimentícia	7.40	37%
Problemas energéticos	6.49	13%
Pessoal (seleção, treinamento, reduções)	5.93	10%
Fontes de abastecimento e materiais	5.53	11%
Preocupações ambientais	5.46	7.1%
Automatização	4.88	7.3%
Logística	4.50	2.3%
Desafios de consolidação	4.13	6.5%
Segurança da planta	4.13	5.1%

Fonte: *US Food Processing 2008 Annual Manufacturing Trends Survey*

Prolongar a vida útil de equipamentos e zelar pelo funcionamento deles também representa ganho em produtividade, pois menos serão as horas (paradas) dedicadas à manutenção. Abaixo um comparativo de dois reservatórios onde trabalha um lubrificantes hidráulico ISO VG 46 de base mineral e lubrificante ISO VG 46 de base sintético e com aprovação NSF H1.

Ganhos assim são expectativas reais e comprovadas da aplicação de lubrificantes de grau alimentício, pois todos sem exceção possuem base sintética e quando corretamente aplicados são garantia de funcionamento prolongado. As possibilidades de ganho se multiplicam ao longo da produção onde as possibilidades de retorno do investimento são imediatas.

A atividade pode ser caracterizada como uma consultoria intelectual, que não utiliza instrumentos complexos nem cobra grandes custos da empresa beneficiada, ramo que cresce dia após dia no meio industrial. Cada indicação representa uma tomada de decisão que por sua vez representa uma pequena investigação. Juntas elas preenchem o setor de controle da lubrificação de todo um esquema de produção o que não permite falhas, nem re-projetos, nem perda de produtividade.

Cada indicação remonta a ideia de que a indústria processadora de alimentos que não aplica lubrificantes certificados, pelas maiores agências reguladoras, está correndo um risco extremamente desnecessário. Pois a tecnologia existe e está completamente disponível para os empresários. Bem como é disponível também o conhecimento dos engenheiros e técnicos de manutenção, que possuem total acesso às normas e regulamentações que gerem a segurança alimentar no país e no mundo.

A maneira com a qual foi aplicada cada indicação pode ser considerada reta e enxuta. Não foram aplicados equipamentos mais complexos que um termômetro infravermelho, instrumento comum em indústrias para medição de temperaturas. Também não se burocratizou nada neste procedimento. Dentro de cada aplicação, ou elemento de máquina, existem as possibilidades de lubrificantes aplicáveis, bem como cada período de relubrificação (aspecto extensível deste trabalho). Portanto o critério de seleção é fortemente baseado em características físicas e químicas de lubrificantes, faixas de trabalho, compatibilidade de materiais principalmente vedações e influências do meio externo.

O trabalho é de cunho pioneiro e tem potencial de *starter* para pesquisas futuras. Embora pouco usual, mas o procedimento aqui representado pode trazer indícios de vícios internos em equipamentos que recomendam faixas errôneas de viscosidade para climas temperados. Ou inspirar pesquisas com foco na vida útil de lubrificantes expostos a grandes variações de temperatura. Ou ainda o desempenho de elementos filtrantes no impedimento da contaminação por arrasto do óleo lubrificante em linhas de ar comprimido, rotineiramente usadas em linhas de envase de bebidas, no sopro de embalagens e outros.

Dentro do proposto, a atividade cumpre com seu papel de aplicação dos conhecimentos em Engenharia Mecânica e suas linhas de pesquisa. Também exprime uma metodologia simples baseada no conhecimento para indicação de lubrificantes que possam ter contato acidental com os produtos. Certamente dados mais precisos poderiam ser apontados e com eles mais tabelas poderiam ser confeccionadas bem como inúmeros gráficos poderiam ser gerados para fins de comparação de desempenho e ganhos com produtividade da empresa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho de consultoria explanado nas páginas do presente trabalho cumpre com seu objetivo principal que é a recomendação técnica de lubrificantes de grau alimentício, voltados para os equipamentos básicos existentes em um frigorífico de aves. A execução da atividade jamais seria possível sem o conhecimento prévio e aprofundado dentro das vertentes da Lubrificação e Manutenção Mecânica, com passagens em Mecanismos, Dinâmica das Máquinas e Elementos de Máquinas. Sem dúvida aborda e levanta estudos básicos em Tribologia dentro de um campo pouco explorado academicamente à nível de Brasil: os efeitos da lubrificação em baixas temperaturas.

As características de cada solução apresentada a cada maquinário observado é a comprovação de um desenvolvimento fundamentado em normas e padrões de trabalho predefinidos. O *feeling* e a experiência da equipe de manutenção também são valiosos, pois operam em harmonia para o bom funcionamento da indústria. As indicações da consultoria prestada, em harmonia com a empresa beneficiada, extrapolam as necessidades de um trabalho para obtenção do título de Engenharia no momento em que se volta para o benefício real de uma empresa. O que a leva a ganhos reais em parceria com uma instituição de fomento à tecnologia e avanço acadêmico tal qual o Instituto Federal do Piauí.

6 REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **DECRETO-LEI Nº 986 DE 21/10/69**: Normas básicas sobre alimentos. Brasília: Diário Oficial da União, 1969. 1 p.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **D288-61**: Definitions of Terms Relating to Petroleum (Withdrawn 1980). West Conshohocken: Astm International, 1978. Disponível em: <<https://www.astm.org/DATABASE.CART/WITHDRAWN/D288.htm>>. Acesso em: 10 jul. 2017.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **D566-17**: Standard Test Method for Dropping Point of Lubricating Grease. West Conshohocken: Astm International, 2017. Disponível em: <<https://www.astm.org/Standards/D566.htm>>. Acesso em: 28 jun. 2017.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **D6074**: Standard Guide for Characterizing Hydrocarbon Lubricant Base Oils. West Conshohocken: Astm International, 2008.

CARRETEIRO, Ronald Pinto; BELMIRO, Pedro Nelson A.. **Lubrificantes & Lubrificação Industrial**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2006. 504 p.

GEBARIN, Sabrin. The Basic of the Food-Grade Lubricants: Brief History. **Machinery Lubrication Magazine**, Eua, v. 2/5, n. 1857, p.23-28, 21 set. 2016.

HODSON, Debbie. Food-grade Lubricants Reduce Contamination Threats for Food and Beverage Manufacturers. **Machinery Lubrication Magazine**, Eua, v. 1/3, n. 572, p.18-20, 21 set. 2016.

MOBIL (Texas). **Converting your plant to Food Machinery Lubricants**: Technical Topic. Dallas: Exxon Mobil Corporation, 2010. 2 p. Disponível em: <<https://www.mobil.com/en/industrial/lubricant-expertise/resources/convert-plant-to-food-machinery-lubricants>>. Acesso em: 13 jul. 2017.

MOBIL (Texas). Exxon Mobil Corporation. **Mobil SHC Cibus Série**: Lubrificantes de Alto Desempenho com Registro NSF H1 para Maquinário da Indústria de Alimentos. 2. ed. Rio de Janeiro: Cosan Lubrificantes & Especialidades S.a., 2013. 4 p. Disponível em: <http://mobil.cosan.com/sites/default/files/produtos/mobil_shc_cibus_serie_pds_2013.pdf>. Acesso em: 13 jul. 2017.

RIO DE JANEIRO. Anp. Agência Nacional do Petróleo. **Panorama dos Óleos Básicos no Brasil**: PROJETO: REVISÃO DAS PORTARIAS ANP Nº 129/99 e Nº 130/99. Rio de Janeiro: Anp, 2016. 187 p. Disponível em: <<http://www.simepetro.com.br>>. Acesso em: 15 jun. 2017.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **D2270-10**: Standard Practice for Calculating Viscosity Index from Kinematic Viscosity at 40 °C and 100 °C. West Conshohocken: Astm International, 2016. Disponível em: <<https://www.astm.org/Standards/D2270.htm>>. Acesso em: 15 jun. 2017.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **D341-09**: Standard Practice for Viscosity-Temperature Charts for Liquid Petroleum Products. West Conshohocken: Astm International, 2015. Disponível em: <<https://www.astm.org/Standards/D341.htm>>. Acesso em: 15 jun. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14172**: Produtos de Petróleo – Cálculo do Índice de Viscosidade a partir da Viscosidade Cinemática. Brasília: Abnt, 2012.

MOBIL (Rio de Janeiro) (Ed.). **Mobil Polyrex EM Series**: Graxas Lubrificantes para Rolamentos de Motores Elétricos. Rio de Janeiro: Cosan Lubrificantes e Especialidades S.a., 2013. 3 p. Disponível em: <http://mobil.cosan.com/sites/default/files/produtos/mobil_polyrex_em_serie_pds_2013.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2017.

MOBIL (Rio de Janeiro) (Ed.). **Mobilgrease™ FM 101 e FM 222**: Graxas Lubrificantes. Rio de Janeiro: Cosan Lubrificantes e Especialidades S.a., 2013. 4 p. Disponível em: <http://mobil.cosan.com/sites/default/files/produtos/mobilgrease_fm_101_e_222_pds_2013.pdf>. Acesso em: 09 jun. 2017.

MOBIL (Rio de Janeiro) (Ed.). **Linha Mobilgrease XHP 220**. Rio de Janeiro: Cosan Lubrificantes e Especialidades S.a., 2007. 4 p. Disponível em: <http://mobil.cosan.com/sites/default/files/produtos/mobilgrease_xhp_220_series_pds_2012.pdf>. Acesso em: 01 mar. 2017.

MOBIL (Rio de Janeiro) (Ed.). **Mobil SHC Cibus Série**: Lubrificantes de Alto Desempenho com Registro NSF H1 para Maquinário da Indústria de Alimentos. Rio de Janeiro: Cosan Lubrificantes e Especialidades S.a., 2013. 4 p. Disponível em: <http://mobil.cosan.com/sites/default/files/produtos/mobil_shc_cibus_serie_pds_2013.pdf>. Acesso em: 01 mar. 2017.

MOBIL (Rio de Janeiro) (Ed.). **Mobilgear 600 XP Série**: Óleos para Engrenagens de Alto Desempenho. Rio de Janeiro: Cosan Lubrificantes e Especialidades S.a., 2013. 4 p. Disponível em: <http://mobil.cosan.com/sites/default/files/produtos/mobilgear_600_xp_series_pds_2013.pdf>. Acesso em: 13 maio 2017.

MOBIL (Rio de Janeiro) (Ed.). **Gargoyle Arctic Série Letrada**: Óleos para Compressores de Refrigeração. Rio de Janeiro: Cosan Lubrificantes e Especialidades S.a., 2012. 4 p. Disponível em: <http://mobil.cosan.com/sites/default/files/produtos/gargoyle_arctic_serie_letrada_pds_2012.pdf>. Acesso em: 02 maio 2017.

MOBIL (Ed.). **Mobil Delvac POWER 15W-40**: Óleo de Desempenho Superior para Motores Diele. Rio de Janeiro: Cosan Lubrificantes e Especialidades S.a., 2015. 3 p. Título original: Mobil Delvac MX 15W-40. Disponível em: <http://mobil.cosan.com/sites/default/files/mobil_delvac_mx_15w-40_pds_2015.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2017.

MOBIL (Ed.). **Mobil® GS 333 Plus**: Fluido Anticorrosivo Anticongelante para Água do Radiador. Rio de Janeiro: Cosan Lubrificantes e Especialidades S.a., 2011. 2 p.

Disponível em:
<http://mobil.cosan.com/sites/default/files/mobil_gs_333_plus_pds_2011.pdf>.
Acesso em: 16 jun. 2017.

MOBIL (Ed.). **Mobil Super Moto Chain Lube**. Rio de Janeiro: Cosan Lubrificantes e Especialidades S.a., 2012. 1 p. Disponível em:
<http://mobil.cosan.com/sites/default/files/mobil_super_moto_chain_lube_pds_2012.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2017.

