UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE- FURG

CINTIA SILVEIRA SCHEFFER LOPES

LEVANTAMENTO DA EFICACIA DOS PROCEDIMENTOS DE HIGIENIZAÇÃO EM UMA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS DERIVADOS DE AMENDOIM

SANTO ANTÔNIO DA PATRULHA

2018

CINTIA SILVEIRA SCHEFFER LOPES

LEVANTAMENTO DA EFICACIA DOS PROCEDIMENTOS DE HIGIENIZAÇÃO EM UMA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS DERIVADOS DE AMENDOIM

Monografia apresentada ao curso de Especialização em Qualidade e Segurança de Alimentos da Universidade Federal do Rio Grande - FURG, como um dos requisitos necessários à conclusão do curso.

Orientador: Prof. Dr. Cristiano G. Schmidt

Santo Antônio da Patrulha

2018

RESUMO

Apesar do avanço tecnológico dos últimos anos, um grande problema para as indústrias de processamento de alimentos consiste no controle do estado higiênico sanitário das superfícies de equipamentos e utensílios, que podem se tornar fontes potenciais de contaminação para os alimentos. A realização incorreta dos procedimentos de higienização podem gerar graves consequências, como a transmissão de doenças, além de prejuízos econômicos e perda de prestígio por parte da indústria. Para evitar tal problema são utilizados diversos tipos de detergentes e sanitizantes com o objetivo de tornar a superfície que entrará em contato com o alimento higienizada, evitando-se assim problemas com contaminações microbianas. Conceitos de higienização e a correta escolha dos detergentes e sanitizantes nas etapas do processo de higienização são informações fundamentais para garantir a eficácia do processo. Diante disso, com o intuito de minimizar esse problema na indústria de alimentos derivados de amendoim, foi realizado um levantamento sobre os principais parâmetros que influenciam o processo de higienização nas indústrias de alimentos, além de ter sido avaliado um processo *in loco* de higienização. Ao final do processo, foi acompanhada uma análise de *swab* de superfície a fim de verificar a contaminação microbiológica. A indústria avaliada apresentou alguns desvios no processo de higienização descritas nas instruções de trabalho. Porém não houve comprometimento do resultado final da higienização, devido principalmente aos parâmetros tempo e temperatura do processo utilizados durante a elaboração do produto.

Palavras-chaves: higienização, indústria de alimentos, amendoim.

ABSTRACT

Despite the tecnological advances of the last years, the big problem for the processed food industries is the hygienic-sanitary control of equipment surfaces and utensils, which may become potential sources of food contamination. The incorrect hygienizacion process can have serious consequences, such as the disease transmission, as well as economic losses and lack of prestige on the part of the industry. To avoid such problem, various types of detergents and sanitizers are used in order to make sanitized the surface that will come in contact with the food, thus avoiding problems with microbial contamination. Concepts of hygiene and the correct choice of detergents and sanitizers in the stages of hygiene process are fundamental information to guarantee the effectiveness of process. On this, aiming at minimizing this problem in the peanut-derived food industry, a survey was carried out about the main parameters that influence the hygiene process in the food industry, as well as to evaluate a hygiene process *in loco*. At the end of the process, a surface swab analysis was performed to verify the microbiological contamination. The evaluated industry presented some deviations in hygiene process described in the work instructions. However, the final result of the hygiene was not compromised, mainly due to the time and temperature parameters of the process used during the preparation of product

Key-words: hygiene process, food industry, peanut.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 7

2 OBJETIVO 9

2.1 OBJETIVO GERAL 9

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS 9

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 10

3.1 SUPERFÍCIES COMUMENTE UTILIZADAS NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS .. 10

3.1.1 AÇO INOXIDÁVEL 10

3.1.2 MATERIAIS POLIMÉRICOS 11

3.1.3 GRANITO E ALUMÍNIO 14

3.2 PRINCIPAIS RESÍDUOS DE CONTAMINANTES NOS PROCESSOS INDUSTRIAIS 14

3.2.1 CARBOIDRATOS 16

3.2.2 PROTEÍNA 16

3.2.3 GORDURA 16

3.2.4 BIOFILMES 17

3.3 PROCESSO DE HIGIENIZAÇÃO INDUSTRIAL 19

3.4 AGENTES DETERGENTES 22

3.4.1 ÁCIDOS 23

3.4.2 ALCALINOS 23

3.4.3 AGENTES SEQUESTRANTES 24

3.4.4 FOSFATOS 24

3.4.5 TENSOATIVOS 25

3.4.6 ENZIMAS 25

3.5 SANITIZANTES 25

3.5.1 AGENTES FÍSICOS 26

3.5.2 AGENTES QUÍMICOS 27

3.6 INDUSTRIA DE DERIVADOS DE AMENDOIM 30

4. METODOLOGIA 32

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES 33

4.1 AVALIAÇÃO DA DOCUMENTAÇÃO DOS PROGRAMAS DE HIGIENE 33
4.2 AVALIAÇÃO IN LOCO DOS PROGRAMAS DE HIGIENE 34
4.3 AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE HIGIENIZAÇÃO 39
5. CONCLUSÕES 41
REFERÊNCIAS 41

1 INTRODUÇÃO

Nesta última década as oportunidades de negócios foram ampliadas no setor de doces derivados de amendoim, incluído a exportação destes produtos para o mercado europeu. Para isso, a indústria têm processado uma quantidade de doce cada vez maior, sempre buscando pela excelência em qualidade e incrementando a produtividade. A garantia do sucesso desta comercialização depende de uma vida de prateleira maior para assim amenizar o tempo perdido até sua distribuição e garantir um tempo razoável nos pontos de vendas.

A indústria deve assegurar a manutenção da qualidade através de procedimentos de higienização que não interfiram nas propriedades nutricionais e sensoriais dos alimentos, para garantir a satisfação dos consumidores e que não ofereçam risco à saúde humana (GERMANO; GERMANO, 2008).

A higienização na indústria de alimentos se insere junto as Boas Práticas de Fabricação (BPF) e a Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), e visa basicamente preservar o grau de pureza, a palatibilidade e a qualidade microbiológica dos alimentos manipulados, auxiliando na obtenção de produtos que, além das qualidades nutricionais e sensoriais, apresentem também uma boa qualidade higiênico-sanitária e garantam a obtenção de produtos seguros para a população humana e com um prazo de validade longo (CASTRO, 2008)

A higiene, a limpeza e a sanitização de todas as etapas do processamento na indústria são fundamentais para a segurança e qualidade dos alimentos. Para evitar perdas econômicas e problemas de saúde pública as empresas de alimentos, necessitam da implantação de programas rígidos de higiene e sanitização em suas fábricas, quase que específicos para cada produto elaborado (EVANGELISTA, 2008).

Por isso os equipamentos e todo o material que entram em contato com o alimento devem ser devidamente limpos para não contaminar os alimentos. Se não forem higienizados corretamente, os microrganismos permanecem e se multiplicam no equipamento e/ou utensílio aumentando desta forma os riscos de contaminação (RIBAS, 2008).

Entre os produtos utilizados estão os detergentes alcalinos, ácidos e os tensoativos. Para a sanitização, há meios físicos e químicos. A característica da sujidade e a natureza das superfícies a serem higienizadas também são fatores

importantes para o sucesso dos procedimentos de higienização, além da importância de o operador seguir o procedimento descrito no procedimento operacional padrão (POP) para cada equipamento ou utensílio. A importância da pesquisa e do conhecimento associado com as etapas da limpeza e o uso dos diferentes produtos para higienização e sanitização na indústria de alimentos oferece aos consumidores produtos com qualidade, respeitando as características sanitárias do alimento.

2 OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho foi realizar um levantamento sobre os principais parâmetros que influenciam o processo de higienização nas indústrias de alimentos, em uma indústria de derivados de amendoim.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Ressaltar os principais fatores que afetam o processo de higienização;
2. Analisar os documentos de procedimentos padrões de higiene operacional (PPHO) e as instruções de trabalho (IT's) adotados pela empresa;
3. Acompanhar e avaliar um processo de higienização *in loco*;

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 SUPERFÍCIES COMUMENTE UTILIZADAS NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

Para atender o mercado cada vez mais exigente as indústrias de alimentos estão sempre investindo na implementação de novos e mais rigorosos programas de higienização. As superfícies dos equipamentos e utensílios são consideradas o ponto mais importante a ser controlado, pois se tornam pontos de contaminação quando mal higienizados, comprometendo a qualidade dos produtos, colocando em risco a saúde do consumidor e também acarretando em prejuízos financeiros (CAIXETA, 2008).

Grande parte das superfícies utilizadas em indústrias de alimentos podem gerar ambientes propícios a adesão bacteriana e formação de biofilme, caso não sejam devidamente limpas e sanitizadas. O processo de adesão ocorre quando a contagem microbiana na superfície é de 10^4 UFC. cm^{-2} à 10^5 UFC. cm^{-2}, sendo que contagens acima de 10^5 UFC. cm^{-2} caracterizam a formação de um biofilme microbiano (ANDRADE, 2008).

A natureza das superfícies dos equipamentos e utensílios utilizados em indústrias de alimentos são muito variadas, podendo ser compostas por diferentes materiais. Estes devem atender a determinados requisitos para garantir a qualidade final do produto. Para ser considerado um material apto para entrar em contato com o alimento sem oferecer nenhum tipo de risco, o material deve ser resistente à corrosão, atóxico, mecanicamente estável; não deve apresentar qualquer influência adversa ao produto como a transmissão de odores, cores ou manchas indesejáveis e por fim não deve contribuir para a contaminação do produto. Além disso, também deve facilitar a ação dos agentes de limpeza e sanitização (DUTRA; ALLES; MARIOT, 2008).

As superfícies que entram em contato direto com o alimento mais comumente encontradas nas plantas de processamento de alimentos são aço inoxidável, alumínio, materiais poliméricos e o granito.

3.1.1 Aço Inoxidável

Dentre os materiais utilizados, o mais indicado na fabricação de equipamentos e utensílios para a indústria de alimentos é o aço inoxidável, liga cuja

composição inclui carbono, cromo e níquel. Está escolha ocorre pelo fato de que o mesmo é resistente à corrosão e à oxidação em altas temperaturas, por sua superfície ser lisa, ser impermeável e de fácil limpeza. Porém não é totalmente isento de problemas, porque pode sofrer danos pelo uso de material abrasivo ou produtos químicos cáusticos, o que facilitará a corrosão e com isso a dificuldade da higienização do mesmo (MARRIOTT; GRAVANI, 2006). A escolha da classe de produto a ser utilizada depende de fatores como suas propriedades corrosivas (íons envolvidos nos processos, pH e temperatura), processos de limpeza e os produtos químicos sanitizantes (BERNARDES et al, 2012).

As ligas mais indicadas são as da classe 300, por exemplo 304 e 316, pois são consideradas resistentes à corrosão caustica dos alimentos, detergentes e sanitizantes, além de serem relativamente baratas. Porém quando há possibilidade de, no processo produtivo, serem utilizadas salmouras, ou produtos sanitizantes que contenha átomos de cloro ou qualquer procedimento que possa levar a um processo corrosivo mais intenso, deve se utilizar a classe 316, que possui maior teor de níquel (cerca de 10%). Outra opção é o tipo *hastelloy,* que contem 56% de níquel, porém seu custo elevado limita sua utilização. Sendo assim, a seleção do tipo de aço inoxidável que será utilizado depende diretamente da influência das tensões a que o material será submetido, pelo seu processo de fabricação e custo de aquisição do mesmo (ANDRADE, 2008).

A presença de danos superficiais como fissuras e sulcos no aço inoxidável facilita o acúmulo dos resíduos de alimentos, tais como a proteína, gordura e açúcares dificultando a ação dos agentes de limpeza e sanitização devido à grande quantidade de bactérias que, por sua vez pode dar início a um processo de adesão e, posteriormente a formação de biofilme (BERNARDES, 2012).

3.1.2 Materiais poliméricos

Os matérias poliméricos são amplamente utilizados na indústria de alimentos devido as suas excelentes propriedades, tais como retardar, prevenir mudanças e deterioração devido a influências externas, como presença de oxigênio, luz e microrganismos. Entre os polímeros mais utilizados na indústria de alimentos estão a borracha, politetrafluoretileno, polipropileno, silicone e o PVC (policloreto de polivinila) (ANDRADE, 2008).

Um dos materiais mais utilizados em coberturas de superfícies em indústrias de alimentos é a borracha. Esta não deve apresentar porosidade e não deve ser esponjosa. Detergentes alcalinos não afetam a borracha, porém esta é suscetível a dano quando em contato com solventes orgânicos e ácidos fortes (MARRIOTT, 1999). Materiais elastômeros como a borracha, podem sofrer danos por compressões térmicas e/ou mecânicas excessivas ou por algum tipo de deformação, prejudicando o processo de higienização (DUTRA; ALLES; MARIOT, 2008).

Dentre os diversos tipos de polímeros utilizados na indústria de alimentos pode-se destacar o uso do politetrafluoretileno (PTFE) que é um material poroso e de difícil limpeza. Porém existem classes em que este material é modificado e os co-polímeros tratados com flúor (resina perfluoralcóxi-PFA) são de fácil higienização (DUTRA; ALLES; MARIOT, 2008).

O polipropileno é um termoplástico branco e opaco com cristalinidade em torno de 60 a 70%. É obtido pela polimerização do propeno em meio solvente, em qual se encontra em suspensão com compostos à base de titânio e alumínio formando um sistema catalítico. Após a polimerização a lama obtida é submetida a diversas etapas de tratamento, dente eles a lavagem, extração, secagem e transferência, obtendo-se o polipropileno em forma de pó, que após extrudado e misturado com aditivos é granulado, que é a forma que o mesmo é vendido para a fabricação dos materiais. Possui um equilíbrio entre resistência ao impacto e rigidez, resistência à distorção em altas temperaturas, sendo que suas propriedades mecânicas dependem largamente do peso molecular, da estereoregularidade da cadeia e das condições de processo. Possui excelente resistência ao ataque químico por ácidos, álcalis e sais, mesmo em elevadas temperaturas. Não é solúvel em hidrocarbonetos e hidrocarbonetos clorados à temperatura ambiente, mas é bastante solúvel a temperatura superior à 80°C. Além disso, não apresenta toxidade (HAYES, 1993; RODOLFO; NUNES; ORMANJI., 2002).

O polipropileno está entre os materiais mais popularmente usados na indústria de alimentos, até mesmo ´para a fabricação de tanques, tubulações, acessórios e superfícies envolvidas no corte de alimentos (POMPERMAYER; GAYLARDE,2000).

Os silicones são considerados quimicamente inertes, resistentes à ácidos e alcalinos, à radiação gama, à decomposição pelo calor, à água ou a agentes

oxidantes, além de serem bons isolantes elétricos. São apresentados de duas formas, fluida ou elastômeros (borracha sintética), utilizados como agente de polimento, vedação e proteção e apresentam propriedades impermeabilizantes. Suportam temperatura entre -65°C a 400°C sem perder sua característica de permeabilidade, elasticidade e brilho. São largamente utilizados na indústria de alimentos pois tem grande flexibilidade, longevidade e compatibilidade com os meios de aplicação (RODRIGUEZ, 1989).

O PVC (Policloreto de polivinila) é considerado atóxico, resistente à maioria dos reagentes químicos, isolante térmico, durável e não propaga chamas. O PVC é o polímero mais polivalente, podendo ser rígido ou flexível, opaco ou transparente, brilhante ou fosco, colorido ou não, resistente ao calor ou frio. Na indústria de alimentos é muito usado na fabricação de embalagens, construção de tanques, tubulações, acessórios e revestimentos de correias transportadoras (HAYES, 1993)

De acordo com a resolução nº 123, de 19 de junho de 2001 da ANVISA (BRASIL, 2001), que aprova o Regulamento técnico sobre embalagens e equipamentos elastoméricos em contato com alimentos, são apresentadas as seguintes atribuições:

- As embalagens e equipamentos elastoméricos não devem ocasionar modificações inaceitáveis na composição dos alimentos ou nas características sensoriais dos mesmos.
- Os corantes e pigmentos empregados para colorir as embalagens e equipamentos elastoméricos devem cumprir com os requisitos estabelecidos no Regulamento técnico sobre embalagens e equipamentos plásticos em contato com alimentos (a metodologia analítica correspondente se encontra descrita no Anexo: corantes e pigmentos em embalagens e equipamentos plásticos do mesmo regulamento).
- Na elaboração de embalagens e equipamentos elastoméricos que entram em contato com alimentos está proibida a utilização de materiais elastoméricos provenientes de embalagens, fragmentos de objetos, borracha reciclada ou já utilizada, devendo, portanto, ser utilizado somente material de primeiro uso.

3.1.3 Granito e Alumínio

As superfícies de granito correspondem as ígneas[1] e metamórficas[2] de granulometria grossa composta principalmente de minerais félsicos[3] na proporção de 50% de quartzo[4], 30% de feldspato[5] e 20% de mica[6]. Sua dureza é decorrente da presença e das proporções relativas desses minerais. Possuem um alto brilho, elevada durabilidade mecânica, resistencia ao calor e custo relativamente baixo. Entretanto são de difícil exploração e beneficiamento, e sensíveis a exposição a ácidos (ANDRADE, 2008; ROSADO et al, 2006).

O alumínio, devido suas propriedades e baixo custo, é amplamente empregado em equipamentos na indústria de alimentos. Porém, requer cuidados quanto ao seu contato com alimento após as operações de limpeza, pois nesta etapa a superfície de alumínio pode ser prejudicada por compostos alcalinos e/ou ácidos (BRASIL, 2000).

3.2 PRINCIPAIS RESÍDUOS DE CONTAMINANTES NOS PROCESSOS INDUSTRIAIS.

Dentro da indústria alimentícia são apontados três tipos de contaminantes, sendo eles os químicos, físicos e microbiológicos. Os contaminantes de natureza química, podem ser originários tanto dos produtos utilizados na produção de matéria-prima, ingredientes, e insumo quanto por produtos químicos utilizados no próprio processo de higienização.

Os de natureza física são resíduos sólidos, tais como, vidro, pedra, metais entre outros, inteiros ou em partes, de agentes intrínsecos ou alheios ao alimento.

---

[1] As rochas Ígneas são aqueles tipos de formações rochosas que se originam no interior da Terra, onde é muito quente. A palavra “ígnea” vem do latim “*ignis*” que significa “fogo”.

[2] Rochas metamórficas são rochas ígneas ou sedimentares que sofrem um processo de transformação pela ação de diversos fatores relacionados com a umidade, a temperatura e a pressão no interior da terra pela transformação das rochas sedimentares ígneas.

[3]Minerais félsicos são leves, claros, geralmente com muita sílica. São responsável, quando em quantidade suficiente.

[4] Forma cristalina da sílica, que ocorre em abundância nas rochas ígneas.

[5] Feldspato é um grupo de silicatos de sódio, potássio, cálcio ou outros elementos que compreende dois subgrupos, os feldspatos alcalinos e os plagioclásios; ocorre em todos os tipos de rochas, principalmente nas ígneas e constituiu 60% da crosta terrestre.

[6] Mica é a designação comum aos membros de um grupo de silicatos monoclínicos, foliados, com excelente clivagem basal; são comuns em muitas rochas ígneas e metamórficas, como isolantes e algumas vezes em objetos ornamentais.

Estes contaminantes são representados principalmente pela presença indesejada de componentes do produto e por materiais estranhos à composição do mesmo (JUNIOR, 2014).

Estes contaminantes podem ser incorporados ao processo produtivo através de fatores ambientais, tais como superfície de contato ou manipuladores de alimentos. Resumidamente os contaminantes biológicos podem ser divididos em três grupos, os microrganismos patógenos, os saprófitas e os parasitos. (JUNIOR, 2014)

As etapas do processo de higienização levam em consideração as características de solubilidade dos resíduos de alimentos em água ou em detergentes alcalinos e ácidos. Os resíduos que permanecem nos equipamentos das linhas de produção de indústrias de alimentos formam um meio propício para a proliferação de microrganismos, além de dificultar o contato dos agentes químicos saneantes com os microrganismos, reduzindo a eficácia do desinfetante (MARRIOTT, 1999). Os principais resíduos orgânicos oriundos do processamento nas indústrias alimentícias são os carboidratos, proteínas e as gorduras. A Tabela 1 apresenta um exemplo dos principias resíduos orgânicos em indústrias processadoras de carne.

Tabela 1: Remoção de diferentes sujidades na indústria de carnes

Sujidade	Solubilidade	Facilidade de remoção	Evitar
Gordura	Insolúvel em água e em soluções alcalinas ou ácidas	Fácil na presença de tensoativos e com a ajuda da temperatura (40°C a 60°C)	Polimerização pela ação da temperatura elevada e oxidação
Proteínas	Pouco solúvel em água e ligeiramente solúvel em soluções alcalinas	Relativamente fácil	Precipitação, coagulação e carbonização
Carboidratos	Solúvel em água	Fácil	Caramelização

Fonte: Kraszczuk, (2010).

3.2.1 Carboidratos

Os carboidratos pertencem ao grupo mais abundante de compostos encontrados em fontes naturais, estando presentes em plantas e em animais. Entre todos os produtos naturais, os carboidratos são aqueles que existem sob o maior número de formas (ácidos nucléicos, glicoproteínas, etc) e grande parte de sua importância deve-se a participação em um grande número de ciclos bioquímicos. Seu resíduo é removido facilmente com uso de água juntamente com a ação mecânica, entretanto, esses resíduos não devem ser submetidos a um aumento de temperatura (ANDRADE, 2008).

3.2.2 Proteína

A molécula de proteína é formada principalmente por carbono, hidrogênio, nitrogênio e oxigênio, e quase todas contêm enxofre. Algumas proteínas contêm elementos adicionais, particularmente fósforo, ferro, zinco e cobre. Seu peso molecular é extremamente elevado. Todas as proteínas, independentemente de sua função ou espécie de origem, são construídas a partir de um conjunto básico de vinte aminoácidos, arranjados em várias sequências específicas.

A proteína é uns dos principais resíduos orgânicos aderidos às superfícies de equipamentos e utensílios na indústria de alimentos. Pouco solúvel em água. Portanto para remoção dos resíduos proteicos utilizam-se os agentes alcalinos, que facilitam a reação química de solubilização. A solubilização das proteínas é mais eficiente em pH com valores mais elevados, onde a proteína apresenta carga livre negativa, mantendo-se solúvel em água (ANDRADE, 2008).

3.2.3 Gordura

São constituídos de ésteres de ácidos graxos de alto peso molecular e glicerol, podendo ser de origem animal ou vegetal. Na indústria de alimentos a gordura é proveniente da própria matéria-prima ou adicionada as formulações para proporcionar maciez ao produto final. Seu resíduo é de difícil remoção, pois é

insolúvel em água. Assim para removê-la, há a necessidade de transformação química especifica de saponificação e/ou a emulsificação. A reação de saponificação ocorre com a adição de uma solução alcalina, assim proporcionando a reação entre os ácidos graxos com os agentes alcalinos formando sabão, sendo solúvel em água, e removido da superfície (ANDRADE,2008).

A emulsificação dos resíduos gordurosos corre pela mudança da polaridade da superfície do resíduo. A reação de emulsificação é obtida através de agentes tensoativos, substâncias que apresentam em sua estrutura uma parte hidrofílica e outra hidrofóbica. A fração hidrofóbica interage com os resíduos de gordura enquanto a hidrofílica apresenta afinidade com a água, assim formando um conjunto denominado de micela (BERTOLINO,2010).

Devido à presença desses resíduos orgânicos torna-se necessária a correta higienização para evitar a formação de biofilmes.

3.2.4 Biofilmes

O biofilme é composto por um conjunto de microrganismos que se aderem as superfícies e são protegidos numa matriz de polímeros orgânicos. São constituídos essencialmente por água (80 a 95%) e os microrganismos representam apenas uma pequena parte da massa de biofilme, normalmente inferior a 10% (HOOD; ZOTTOLA, 1997). A matriz de polímeros orgânicos, além de proporcionar aos microrganismos condições favoráveis para o seu crescimento e sobrevivência, é responsável pela morfologia, estrutura, coesão e integridade funcional dos biofilmes e a sua composição determina a maioria das propriedades biológicas e físico-químicas dos mesmos (HOOD; ZOTTOLA, 1997).

Uma grande diversidade de microrganismos apresentam capacidade de aderir e formar biofilme. O biofilme contém partículas de proteínas, lipídeos, fosfolipídeos, carboidratos, sais minerais e vitaminas, entre outros, que formam uma espécie de crosta denominada matriz, abaixo da qual, os microrganismos continuam a crescer, formando um cultivo puro ou uma associação com outros microrganismos, e aumentando a proteção contra agressões químicas e físicas (PARIZZI et al., 2004; MACEDO, 2006).

As bactérias do biofilme possuem a mesma origem genética das bactérias planctônicas, entretanto, suas atividades bioquímicas diferem em 40%, o que as torna mais difíceis de serem eliminadas, pela maior resistência. A matriz exopolissacarídea, que é secretada para o meio externo, é capaz de impedir fisicamente a penetração de agentes antimicrobianos no biofilme, principalmente aqueles hidrofílicos e carregados positivamente. Diversos fatores contribuem para a adesão de uma bactéria à determinada superfície e dependem não apenas da fisiologia do microrganismo e seus fatores de crescimento, mas também da natureza do substrato. Dentre estes destacam-se: a genética, a virulência e a resistência do microrganismo; a nutrição; a área e o material da superfície e a velocidade do fluxo de líquidos (MACEDO, 2006).

Para a adesão ocorrer devem existir forças atrativas entre a célula e a superfície, e evidentemente essas forças devem ser mais fortes que as repulsivas. Em suma, o crescimento de qualquer biofilme é limitado pela disponibilidade de nutrientes no ambiente circundante e pela sua propagação às células localizadas no interior do biofilme (ANDRADE, 2008)

A formação de biofilmes ocorre na maioria das vezes, quando há falhas nos procedimentos de higienização permitem que os resíduos aderidos aos equipamentos e superfícies transformem-se em potencial fonte de contaminação. Sob determinadas condições, os microrganismos se aderem, interagem com as superfícies e iniciam crescimento celular (PARIZZI et al. 2004; MACEDO, 2006). Na linha de produção da indústria de alimentos a formação de biofilmes eleva a carga microbiana e, muitas vezes, contamina com patógenos os alimentos, devido ao eventual desprendimento de porções aderidas. Dessa forma, podem constituir risco a saúde do consumidor, além de ocasionar prejuízos financeiros em virtude da diminuição da vida de prateleira dos produtos (FLACH; KARNOPP; CORÇÃO, 2005).

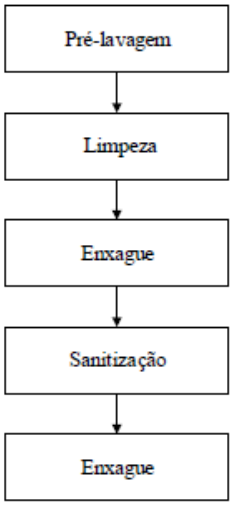
Os biofilmes podem se acumular em uma variedade de superficies como, por exemplo: aço inox, vidro, borracha, polipropileno, ferro, poliestileno de baixa densidade, policarbonato, entre outros. Convém ressaltar que o biofilme, quando submetido ao calor, pode cristalizar e formar depósitos ou crostas que são muito aderentes, protegendo novos microrganismos e dificultando ainda mais os procedimentos de higiene (PARIZZI et al., 2004). As operações de lavagem e

sanitização, mesmo que frequentes, não podem garantir a eliminação completa dos biofilmes, pois sabe-se que muitas das superfícies em contato com o alimento assim como as tubulações e equipamentos, apresentam cantos, sulcos, rugosidades, rachaduras, e “zonas mortas” (de baixo fluxo) onde os biofilmes facilmente se desenvolvem (NITSCHKE, 2006). Para se evitar a formação de biofilmes na indústria de alimentos é essencial o estabelecimento e a adequação das medidas de higiene e sanitização e evitar equipamentos com “zonas mortas”. São necessárias duas a quatro semanas para formação de um biofilme, portanto esses se formariam apenas em sistemas onde a limpeza e a sanitização forem deficientes (ARAÚJO, 2006).

3.3 PROCESSO DE HIGIENIZAÇÃO INDUSTRIAL

A higienização é o processo de limpeza e desinfecção de superfícies, utensílios e equipamentos, a fim de evitar contaminações microbiológicas, químicas ou físicas nos alimentos (ANDRADE, 2014). Geralmente nos procedimentos e programas de higienização de indústrias de alimentos segue-se uma ordem com as etapas descritas na figura 1 (SPREER, 1999).

Figura 1- Fluxograma das etapas de higienização



Fonte: Spreer, (1999).

A pré-lavagem é responsável pela retirada dos resíduos sólidos presentes na superfície a ser higienizadas. Nesta etapa é utilizada apenas água, removendo cerca de 90% dos resíduos solúveis em água (GERMANO; GERMANO, 2001). A

temperatura da água deve estar em torno de 40°C, não ultrapassando os 60°C, pois acima desta temperatura ocorre a desnaturação das proteínas, e abaixo de 40°C há a solidificação da gordura, assim prejudicando esta etapa e as etapas seguintes do processo de higienização (BAPTISTA, 2003; GERMANO, GERMANO, 2001; GERMANO; GERMANO, 2008).

A limpeza tem como objetivo separar as sujidades que estão aderidas as superfícies e impedir que elas voltem a se depositar por meio de dispersão no solvente. Nesta etapa ocorre o uso de soluções detergentes. Para melhor resultado deve-se conhecer a natureza das sujidades, as características do detergente a ser utilizado e o material da superfície de aplicação.

Se a limpeza for efetuada de forma correta, ocorre a quebrar da matriz expolisacarídica associada aos biofilmes para que os desinfetantes possam ter acesso aos microrganismos, removendo cerca de 90% das bactérias que se encontram nas superfícies dos equipamentos e caso não sejam eliminadas nos processos de higienização, podem retornar às superfícies, formando novos biofilmes (SREY; JAHID; HA, 2013).

Após a limpeza deve ser realizado a etapa de enxague para a remoção dos resíduos suspensos e traços dos componentes de limpeza. Quando possível, o enxague deve ser efetuado a temperaturas acima de 70°C, favorecendo a eliminação de microrganismos e facilitando a evaporação da água das superfícies (GERMANO; GERMANO, 2008).

A sanitização visa à destruição de microrganismos patógenos e a redução dos deteriorantes, nas superfícies de contato com o alimento até níveis considerados seguros, é realizada com o auxílio de agentes sanitizantes que podem ser físicos ou químicos. O sucesso da sanitização depende da eficiência da etapa de limpeza, pois se o equipamento e/ou superfície não foi limpo corretamente, terá uma camada de resíduo orgânico que irá inativar a ação de quase todos os tipos de sanitizantes, reduzindo a ação antimicrobiana dos mesmos (BAPTISTA, 2003; GERMANO; GERMANO, 2008). Dependendo do tipo de sanitizante utilizado o enxague deve ser realizado novamente.

O tipo de higiene utilizada deve ser aquela que permita a melhor relação custo-benefício, ou seja, mais rápida, mais eficaz, que garanta, dentro de limite aceitáveis, a ausência de contaminantes e que tenha o menor custo. Quando essa

relação custo-benefício fica inviável, utiliza-se o método, que garanta melhor maneira possível, a ausência de contaminantes (BERTOLINO, 2010). Podendo ser realizada na forma manual, CIP (*Cleaning In Place*) ou COP (*Cleaning Out Place*)

Na higienização realizada na forma manual os equipamentos e utensílios são desmontados e higienizados com a ação mecânica, juntamente com a atuação dos agentes detergentes. Este tipo de processo é pouco empregado, pois exige mais tempo, necessita de mais colaboradores e estes, ficam em contato direto com os produtos químicos, exigindo cuidado redobrado com a segurança dos operadores (ATHAYDE, 1998).

O método CIP é o processo em que a higienização é realizada em circuito fechado, no qual a água e agentes detergentes e os sanitizantes circulam através de tubulações e equipamentos interligados a uma central. Esta central controla parâmetros como tempo, vazão dos produtos químicos, pressão e temperatura. A higienização é realizada por aspersão e escorrimento da solução química, atingindo as paredes, permitindo a limpeza completa do sistema sem sua desmontagem ou envolvimento manual do operador (ATHAYDE, 1998).

A utilização de aspersão envolve fluxo com elevada velocidade de líquidos sobre as superfícies gerando um efeito de higienização mecânica que retira os resíduos deixados pelo processamento de alimentos (MARCHAND et al, 2012). Segundo Andrade (2008), o método CIP permite o uso de agentes que liberam alta alcalinidade cáustica, permite também o uso de temperaturas mais elevadas e maior tempo de contato entre os agentes detergentes e os resíduos presentes nas superfícies.

Em alguns casos, o método CIP se torna ineficiente, como por exemplo em equipamentos com muitas conexões e/ou válvulas. Sendo assim, os métodos de limpeza manual e CIP são fundidos, gerando o método COP que é utilizado para a remoção das sujidades mais difíceis (conexões, anéis de borracha, válvulas, registros, entre outros). Trata-se da utilização de recipientes para manter peças imersas em solução química por determinado tempo, enquanto os demais equipamentos são higienizados por circuito fechado (ATHAYDE, 1998).

Marriott (1999) explica em seu estudo que o método COP pode servir como a unidade de recirculação para a operação CIP, sendo que o tempo normal de recirculação fica em torno dos 30 min, adicionando-se 5 a 10 min para adição de um

ácido frio ou realização de lavagem desinfetante. Segundo Stier; Cramer (2005), os passos para a realização do sistema COP são:

- Limpeza à seco;
- Pré-lavagem do equipamento e área sobre prateleiras ou em tanques;
- Ensaboar e esfregar os equipamentos e seus componentes em tanques ou recipientes;
- Pós-lavagem para remover detergentes ou produtos químicos residuais de limpeza.
- Procedimentos pré-operacionais e higienização de todos os componentes de equipamentos que não são acessíveis quando remontados. Seguido da remontagem do equipamento.
- Higienização do equipamento remontado com um agente de desinfecção ou tratamento térmico.

3.4 AGENTES DETERGENTES

Os detergentes são produtos químicos ou misturas de produtos que adicionados a água aumentam o seu poder de limpeza, facilitando a remoção de restos e sujidades das superfícies (GARCIA, 2006). São compostos por moléculas orgânicas de alto peso molecular, geralmente sais de ácidos graxos, com extremidades de polaridades diferentes. Com isso possuem afinidade tanto com moléculas apolares (gorduras), quanto polares (água), que em contato com a sujidade formam micelas que remove a sujeira (BERTOLINO, 2010).

Os diferentes elementos químicos presentes dentro de outras funções, são destinados a emulsionar ou dispersar as substâncias graxas depositadas, provocar a umectação da periferia da sujidade e chegar até a interface de contato entre a sujidade e o resíduo, visando a separação de ambos (EVAGELISTA, 1987).

Os detergentes utilizados nos processos de limpeza, devem obedecer a alguns requisitos como a dissolução rápida e completa na água, penetração rápida na sujidade, capacidade de condicionar ou neutralizar a dureza da água, e de manter a sujidade em suspensão, facilidade de enxaguar, biodegradável e não toxico (BATISTA, 2003). O detergente ideal deve apresentar algumas características importantes como: poder de saponificação e emulsificação, boa molhagem,

capacidade de diminuir a tensão superficial; solubilizar proteínas, manter resíduos em suspensão, controlar minerais, não ser corrosivo, ter um preço acessível.

Em seu estudo Athayde (1998) menciona que o avanço na indústria de produtos químicos trouxe o desenvolvimento de novos detergentes, visando à possibilidade de aumentar a segurança do uso, a diminuição do impacto ambiental e redução da energia necessária para as operações de limpeza. Os detergentes mais utilizados na indústria de alimentos podem ser divididos em seis grandes grupos, sendo eles: agentes ácidos, alcalinos, agentes sequestrantes, fosfatos, tensoativos e as enzimas.

3.4.1 Ácidos

Os agentes ácidos são classificados como orgânicos (ácidos lático, acético, hidroxiacético, tartárico, levulínico, glucônico, entre outros) e inorgânicos (ácido nítrico e fosfórico). Por seu potencial corrosivo, em suas formulações, os ácidos contêm substancias inibidoras de corrosão como as bases nitrogenadas, onde as mesmas tem como função principal a proteção da superfície (ANDRADE, 2008).

Os agentes ácidos têm como característica principal a remoção de sais minerais na superfície de equipamentos e utensílios. Esta remoção ocorre através de reações químicas, sendo que o carbonato de cálcio e o de magnésio (insolúveis em água) podem ser utilizados como exemplo, pois após o contato com o ácido os mesmos se transformam em nitrato de cálcio e de magnésio, solúveis em água. Em alguns casos, faz-se uso de substâncias tensoativas em conjunto com o ácido para diminuir a tensão superficial, facilitando o contato entre o resíduo mineral e o detergente ácido (ANDRADE, 2008; GERMANO; GERMANO, 2011).

3.4.2 Alcalinos

Os agentes alcalinos tem por caraterística a liberação do íon hidroxila (OH^-) que promove a saponificação dos ácidos graxos e a solubilização dos resíduos de proteínas. Na saponificação ocorre a transformação dos ácidos graxos (insolúveis em água) em sabão que, por sua vez, é solúvel em água (ANDRADE, 2008; ANDRADE *et al*., 2014). Os principais agentes alcalinos são:

- Hidróxido de sódio (NaOH): libera 100% de alcalinidade cáustica responsável por sua ação detergente e por este motivo é muito usado no método CIP;
- Carbonato de sódio (Na_2CO_3): é adicionado às formulações com média alcalinidade. Por liberar 50% de alcalinidade cáustica, pode ser usado na limpeza manual de equipamentos e utensílios;
- Metassilicato de sódio ($Na_2O.SiO_2.5H_2O$): sua principal função é diminuir a corrosividade das formulações das quais participa.

Outros agentes alcalinos que podem ser utilizados são: ortossilicato de sódio sesquissilicato de sódio, tetraborato de sódio e fosfato trissódico.

3.4.3 Agentes sequestrantes

Ácido etilenodiamino tetra-acético **(**EDTA-Na), ácido nitrilotriácetico (NTA-Na) e gluconato de sódio são agentes sequestrantes utilizados em indústrias de alimentos. O principal objetivo do uso dos agentes sequestrantes é controlar os depósitos minerais nas superfícies de equipamentos e utensílios devido à formação de complexos com cálcio, manganês, ferro e outros. Além de mais eficientes, os agentes sequestrantes são mais estáveis que os fosfatos em temperaturas elevadas. No entanto, devido ao seu custo elevado, são utilizados apenas em casos específicos (ANDRADE, 2008; GERMANO; GERMANO, 2011).

3.4.4 Fosfatos

A utilização de fosfatos tem por objetivo a emulsificação dos resíduos de gordura, a diminuição da dureza da água por formação de complexos solúveis com sais divalentes e auxilio na suspensão destes resíduos.

Deve-se ter o cuidado ao utilizar certos fosfatos, como o fosfato trissódico, por exemplo, pois precipita os sais de cálcio e magnésio podendo depositá-los nas superfícies de processamento de alimentos, o que seria prejudicial ao produto final. Os polifosfatos de sódio (hexametafosfato, tetrafosfato, tripolifosfato e pirofosfato), tem efeito sobre a dureza da água formando quelatos com os sais minerais, sendo assim, não há formação de depósitos sobre as superfícies de processamento (ANDRADE, 2008; ANDRADE et al, 2014).

3.4.5 Tensoativos

Também chamados agentes umectantes, emulsificantes, detergentes sintéticos ou agentes de molhagem. Na sua fórmula química o agente tensoativo apresenta uma estrutura hidrofílica (polar) e outra hidrofóbica (apolar) o que determina diminuição da tensão superficial em interfaces líquido-líquido, líquido-gás e sólido-líquido o que é de fundamental importância para que a higienização seja eficiente. Em outras palavras, os agentes tensoativos atuam de forma a colocar em contato os produtos de limpeza e os resíduos a serem removidos (ANDRADE, 2008).

3.4.6 Enzimas

Para aumentar a eficiência da higienização, é possível adicionar às soluções de detergentes as enzimas lípases e proteolíticas que realizam a hidrólise de gorduras e proteínas. Porém, ao fazer uso das enzimas deve-se ter cuidado com a temperatura da água, pois água quente pode inativá-las. Além disso, as enzimas funcionam melhor em meio neutro ou ligeiramente alcalino, sendo necessário avaliar a sua eficiência em detergente de alcalinidade cáustica (ANDRADE, 2008).

A aplicação de enzimas no controle de bactérias em alimentos, saúde e proteção ambiental vem aumentando no decorrer dos anos. As enzimas são eficazes como agentes antimicrobianos, o que pode ser evidenciado através de uma combinação das mesmas (proteases, enzimas de degradação de polissacarídeos, DNAases e enzimas “anti - *quorum sensing*”[1], pois agem de forma complementar evitando a formação de biofilme ou até mesmo eliminando biofilmes microbianos já existentes (THALLINGER et al., 2013).

3.5 SANITIZANTES

A sanitização, tratada como um complemento da higienização, serve para assegurar a qualidade microbiológica das superfícies e deve ser realizada antes do uso dos equipamentos, pois alguns microrganismos que não foram eliminados

---

[1]Quorum sensing é quando microrganismos primitivos se encontram em comunidade, distribuem diferentes tarefas e passam a exibir comportamentos de grupo. A forma como o fazem é falando umas com as outras através de uma linguagem química.

podem se multiplicar após a etapa da limpeza. Os sanitizantes devem apresentar toxicidade e corrosividade baixas, ser estáveis nas mais diversas condições de uso, agir sobre uma grande gama de microrganismos, destruir rapidamente os agentes e ser aprovados pelos órgãos competentes. No entanto, não se encontra um único produto capaz de apresentar todas estas características. Sendo assim, é necessário ter conhecimento das propriedades de cada sanitizante que esteja disponível para selecionar o mais adequado para uma determinada aplicação (ANDRADE, 2008; HOFFMANN, 1995).

A ação dos sanitizantes é afetada por diferentes fatores como as características das superfícies, tempo e temperatura de contato, concentração, gama de resíduos presentes nas superfícies, pH, propriedades físico-quimicas da água, substâncias inativadoras e também o tipo e a concentração dos microrganismos contaminantes de superfície (GERMANO; GERMANO, 2014)

Os mecanismos de ação dos sanitizantes incluem o impedimento do metabolismo celular pelo bloqueio da membrana, a coagulação das proteínas celulares, a dissolução de substâncias celulares e a lesão irreversível e alteração da pressão osmótica. Os agentes sanitizantes são classificados em físicos e químicos (ANDRADE, 2008).

3.5.1 Agentes físicos

3.5.1.1 Calor

O aumento de temperatura é considerado um bom sanitizante, pois atinge toda a superfície, inclusive deformações nos equipamentos. O calor não apresenta seletividade para microrganismos, podendo ser utilizado na forma de água quente, ar quente ou vapor de água (SPREER, 1991; ANDRADE, 2008). O uso de calor na forma de água quente pode ser feito por imersão, circulação ou diretamente na superfície dos equipamentos. O uso de ar quente é geralmente aplicado diretamente na superfície a 90°C durante 30 minutos. Já o vapor d’água é utilizado o mais próximo possível da superfície por 1 minuto. Dentre todos os métodos apresentados, o de maior eficiência é o vapor, pois desnatura proteína, inativa enzimas e desorganiza os lipídeos celulares (ANDRADE, 2008).

3.5.1.2 Radiação ultravioleta

A radiação é realizada com o uso de lâmpadas ultravioletas emitindo radiação no comprimento de 260 nm que acabam eliminando os microrganismos, pois corresponde à região específica na qual são absorvidos pelo DNA (GUEDES et al., 2009). Em seu estudo, Spreer (1991) utiliza radiação UV em situações específicas, como a desinfecção do ar, mas recomenda cuidado com o comprimento de onda utilizado, pois se este for menor que 200 nm, o oxigênio do ar se converte em gás ozônio.

Guedes *et al.* (2009) explica que é importante fazer com que a unidade seja programada para fornecer energia de forma homogênea para todo o produto e que o tempo de exposição seja ajustado para atingir níveis apropriados de energia.

3.5.2 Agentes químicos

3.5.2.1 Ácido peracético

O ácido peracético é obtido através da reação entre o peróxido de hidrogênio e o ácido acético, ou por oxidação do acetaldeido. É mais eficiente que o peróxido de hidrogênio, pois atinge uma gama considerável de microrganismos e sua eficácia não é afetada por resíduos de proteína (SREY; JAHID; HA, 2013).

Porém, deve-se ter cuidado ao fazer uso deste composto, pois o mesmo apresenta poder corrosivo ao aço inoxidável, irritação ao contato com a pele e mucosas, além de baixa estabilidade ao ser armazenado e incompatibilidade com ácidos, alcalinos concentrados e borrachas naturais e sintéticas (ANDRADE, 2008).

3.5.2.2 Álcoois

Dentre os vários álcoois existentes, os mais utilizados na indústria de alimentos são o etílico, propílico e o isopropílico. O álcool etílico é o mais utilizado em uma concentração de 70% (ácool/água), pois apresenta ação antimicrobiana atuando na desnaturação proteica e remoção de lipídeos na membrana celular dos microrganismos. Adicionando 2% de iodo ou 2% de glicerina o álcool etílico pode ser utilizado para higienização das mãos dos manipuladores de alimentos (ANDRADE, 2008).

Os álcoois são eficientes bactericidas, e podem eliminar fungos, vírus e micobactérias. Entretanto, não eliminam esporos e deixam de ser eficientes na presença de matéria orgânica (PAULINO *et al*., 2010).

3.5.2.3 Clorhexidina

É um composto químico sintético que pertence à família das biguanidas, produzindo soluções aquosas que podem ser inativadas por sais minerais. Não apresentam bom poder de molhagem, sendo assim, podem ser usadas formulações contendo tensoativos catiônicos. Em contrapartida, as soluções diluídas não possuem odor e nem cor e não provocam danos a pele e mucosas de manipuladores (ANDRADE, 2008).

A Clorhexidina apresenta ação bactericida e também atua na remoção de leveduras e fungos. Entretanto tem fraca ação contra vírus e não atua contra bacilo da tuberculose, esporos e fungos filamentosos (PAULINO *et al*., 2010).

3.5.2.4 Compostos clorados

Os compostos clorados podem ser classificados em orgânicos e inorgânicos (ANDRADE, 2008).

- Orgânicos: são formados pela reação do ácido hipocloroso com aminas, iminas, amidas e imidas e os mais utilizados na indústria de alimentos incluem a cloramina T, dicloramina T, diclorodimetilhidantoína, fenoínas sódicas do ácido dicloroisocianúrico e o ácido tricloroisocianúrico;
- Inorgânicos: cloro gás (Cl_2), hipoclorito de sódio (NaClO), hipoclorito de cálcio ($CaClO_2$) e o dióxido de cloro (ClO_2).

Os compostos clorados são amplamente utilizados em indústrias de alimentos por apresentar em baixo custo e por serem eficientes bactericidas e por atuar na remoção de leveduras, fungos filamentosos, podendo ser efetivos contra esporos bacterianos (dependendo do pH da solução).

3.5.2.5 Compostos de amônia quaternária

Também chamados surfactantes catiônicos, apresentam eficiência na remoção de bactérias Gram-positivas e termodúricas (resistentes ao calor de 60 – 80

°C), porém, apresentam baixa eficiência contra Gram-negativas, coliformes psicrotróficos (desenvolvem em temperaturas inferiores a 7°C) e esporos (ANDRADE, 2008). São compostos ineficientes na presença de matéria orgânica e são inativados pelos sabões e a água “dura” reduz a sua eficiência. Desnaturam proteínas da membrana e do citoplasma das bactérias e também hidrolisam os complexos lipoproteicos que fazem a célula bacteriana liberar as suas enzimas autolíticas (PAULINO et al., 2010).

3.4.2.5 Compostos Fenólicos

Fenóis são substancias de difícil manipulação que agem alterando a permeabilidade da membrana celular permitindo a efusão dos constituintes essenciais à célula. Compostos fenólicos são excelentes fungicidas, mas apresentam baixa eficiência contra esporos bacterianos e vírus (ANDRADE, 2008).

Segundo Paulino (2010) o uso de compostos fenólicos apresenta vantagens e desvantagens. Como vantagem, eles exercem ação antimicrobiana residual ao reagirem com a umidade, não são voláteis nem corrosivos e são menos inativados pela matéria orgânica do que os detergentes quaternários de amônia ou soluções de cloro. E como desvantagens, eles podem ser irritantes ou corrosivos dependendo da concentração e do tempo de exposição, possuem odor muito forte e o contato prolongado pode causar lesões de pele.

3.5.2.6 Iodóforos

Compostos em que há a combinação de um agente tensoativo e um agente veiculador ácido, como o ácido fosfórico (em equipamentos e utensílios), ou ácido acético ou acetato de sódio em pH entre 5 e 6 para não ser agressivo às mãos dos manipuladores. Soluções diluídas com pH em torno de 2 apresentam maior concentração de I_2 livre se tornam excelentes bactericidas (ANDRADE, 2008).

Os iodóforos apresentam boa ação de molhagem, espelhamento e penetração em fissuras e ranhuras e não são afetados pela água “dura”. Devido à acidez, os iodóforos atuam na prevenção da formação de incrustações. No entanto, eles apresentam menor eficiência que os compostos clorados no combate a esporos bacterianos e bacteriófagos, liberação de odores indesejáveis em alguns produtos,

descoloração de materiais plásticos. Além disso, quanto maior o pH tanto menor sua eficiência e seu preço é mais elevado que do hipoclorito.

3.5.2.7 Ozônio

O ozônio (O_3) é obtido quando átomos de oxigênio são expostos à descarga elétrica de alta tensão. Pode ser utilizado contra bactérias, fungos, vírus, protozoários e esporos de fungos e bactérias (SREY; JAHID; HA, 2013). Seu poder de ação se deve a inativação das enzimas através da oxidação de grupos sulfidrilas de aminoácidos que as compõem e pela liberação de constituintes do citoplasma pela oxidação de lipídeos da membrana celular (ANDRADE, 2008).

O gás ozônio apresenta uma ampla utilidade na indústria de alimentos, podendo ser utilizado na lavagem de alimentos, nos tratamentos de água e esgoto, em torres de resfriamento, entre outros, com destaque para o método CIP (ANDRADE, 2008). Outra vantagem do uso do ozônio é que o mesmo pode ser revertido em oxigênio, não deixando resíduos nas superfícies de contato (STIER; CRAMER, 2005).

3.5.2.8 Peróxido de Hidrogênio

Soluções de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) possuem ação oxidante devido à liberação de oxigênio que apresenta potencial bactericida quando utilizado em concentrações entre 0,3% e 6%, pH 4,0, entre 25°C e 80°C, por um tempo de 5 a 20 minutos de contato (ANDRADE, 2008). Esse agente pode ser usado em qualquer tipo de superfície, equipamentos, pisos, ralos, paredes, luvas de malha de aço, entre outras, sem apresentar risco aos colaboradores que o utilizam no processo de sanitização (MARRIOTT, 1999).

3.6 INDUSTRIA DE DERIVADOS DE AMENDOIM

Santo Antônio da Patrulha é um dos quatro primeiros municípios do Rio Grande do Sul, com área territorial de 1.050 km^2 e com uma população estimada de 42.648 habitantes (IBGE, 2018). A economia do município tem 1.615 empresas atuantes, empregando direta e indiretamente 11.295 pessoas (IBGE, 2018),

destacando-se as atividades agropecuárias, metal mecânica e alimentícia. O setor alimentício teve início no município na década de 1980, após o fechamento da empresa AGASA - Açúcar Gaúcho S/A, que era a principal consumidora da cana-de-açúcar produzida no município. Diante desta nova realidade, os produtores tiveram que obter um novo destino para sua produção e/ou forma de comercializar seu produto, dando início a fabricação de melado, cachaça, açúcar mascavo, rapadura e outros derivados (BORBA, 2011).

As indústrias de alimentos, conhecidas na região como “fábricas de rapadura” geraram um novo setor agroindustrial no município, uma boa opção para muitos agricultores, e uma alternativa para a diversificação das suas atividades e o aumento da sua renda (FERREIRA, 2011). Conforme dados da Secretaria Municipal das Finanças de Santo Antônio da Patrulha, existem 35 indústrias de alimentos cadastradas com a atividade de fabricação de doces. As três maiores somam mais de 350 funcionários. Estas empresas seguem a tendência de aprimoramento e lançamento de novos produtos para continuar atuando no mercado brasileiro. Nas duas últimas décadas essas indústrias introduziram a fabricação de doces derivados de amendoim (FERREIRA, 2011). E o mesmo se tornou uma das principais matérias-primas de doces artesanais, sendo utilizado na produção de pé de moleque, paçoca, pé de moça, amendoim doce entre outros.

Originário da América latina, o amendoim (*Arachis hypogaea L*.) é um alimento altamente energético (585 cal100 g^{-1}), composto aproximadamente 45-50% de óleo, 20-33% de proteína, 10-16% de carboidratos, 3- 4% de fibras, 1-3% sais minerais, vitaminas B1, B2, E e niacina (FAGUNDES, 2002). De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2015), o cultivo do amendoim no Brasil ocupa aproximadamente 129.500 ha e cerca de 80% da produção está concentrada no estado de São Paulo, com o restante da produção nos estados do Paraná, Rio Grande do Sul, Minas Gerais e Mato Grosso. Sua produção vem crescendo a cada ano. Em 2013/14 a safra foi de 315,8 mil toneladas, já em 2014/15 alcançou a produção de 337,7 mil toneladas, um aumento de quase 7% (CONAB, 2015).

4. METODOLOGIA

Para avaliar o processo de higienização em uma indústria alimentícia, optou-se por uma avaliação *in loco* em uma indústria de derivados de amendoim da região de Santo Antônio da Patrulha - RS. Foram analisados os documentos de procedimentos de higienização, como o PPHO (procedimento padrão de higiene operacional) e as IT's (instrução de trabalho) da indústria. Para avaliar o cumprimento das normas descritas nos documentos, foi feito um acompanhamento do processo de higienização e dos testes *swabs* de superfícies de equipamentos realizados para comprovar a eficiência do processo de higienização realizado.

Os kits e as instruções de coletas para realização do teste *swab* foram enviados por laboratório especializado, mediante pedido do setor de controle de qualidade. Cada kit continha um molde estéreo de 100 cm^2, uma zaragatoa (chumaço de algodão esterilizado, montado em haste de plástico) e tubos contendo solução de ágar.

As amostras foram coletadas com a utilização de *swabs* estéreis, onde foi aberta a parte superior do instrumento para evitar sua contaminação (lado da haste). Para demarcar o local da superfície que serviu para coleta das amostras, foi utilizado um molde estéril de 100 cm^2, com o objetivo de delimitar a área a ser amostrada quando firmemente disposto contra a superfície de trabalho. O esfregaço foi realizado aplicando o *swab* com um ângulo de 45°, pressão na superfície, realizando-se movimentos da esquerda para a direita e posteriormente de baixo para a cima, rodando continuamente, para que toda a superfície do algodão entrasse em contato com a amostra. A amostragem foi coletada seguindo exatamente as instruções do laboratório que iria realizar as análises. Ao fim da coleta das amostras, o *swab* foi transferido para o tubo com ágar quebrando a parte da haste que foi manuseada (extremo oposto do algodão), antes de mergulhá-lo totalmente no tubo de ensaio. As amostras foram transportadas para o laboratório em caixa térmica com bolsas de gelo imediatamente após as coletas para a determinação de coliformes a 45°C e estafilococos coagulase positivo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 AVALIAÇÃO DA DOCUMENTAÇÃO DOS PROGRAMAS DE HIGIENE

A indústria possui um manual de Boas Práticas de Fabricação (BPF) implementado desde o ano de 2005. Neste manual estão contidos os Procedimentos Padrões Operacionais (POP's) efetuados pela empresa, sendo o POP 9, o procedimento corresondente ao PPHO. Ao avaliar a documentação, pode-se observar que o PPHO é um documento que faz referência aos procedimentos de limpeza e sanificação das instalações, equipamentos e utensílios da indústria. De uma forma geral, ele traz a frequência com que estes procedimentos devem ser executados, os agentes detergentes e sanificantes utilizados, com as respectivas concentrações, as formas de monitoramento e as respectivas frequências, os modelos dos formulários de registros desta última atividade, as medidas corretivas a serem aplicadas no caso da constatação de uma não conformidade e a verificação do programa.

Conforme legislação vigente (BRASIL,2002) um POP/PPHO tem o objetivo de padronizar e minimizar a ocorrência de desvio na execução de tarefas fundamentais, para o funcionamento correto do processo. Um POP coerente garante ao usuário que a qualquer momento que ele se dirija ao estabelecimento, as ações tomadas para garantir a qualidade sejam as mesmas, de um turno para outro, de um dia para outro. Ou seja, aumenta-se a previsibilidade de seus resultados, minimizando as variações causadas por imperícia e adaptações aleatórias, independente de falta, ausência parcial ou férias de um funcionário (BRASIL, 2002).

Apesar do POP da empresa em questão estar bem detalhado, referindo-se aos procedimentos de limpeza e sanitização, o mesmo não garante por si só o detalhamento necessário para que o funcionário execute as tarefas sem variações que comprometam a garantia da qualidade do procedimento de higienização. Isto se deve ao fato de que a empresa produz uma gama muito extensa de produtos, e assim cada linha de produção tem diferentes tipos de resíduos, de materiais dos equipamentos e utensílios utilizados, além de que as frequências das operações são muito diferentes. Desta forma o POP ficou com a responsabilidade de orientar de uma forma genérica sobre o processo e detalhar o monitoramento e verificação. Para garantir a padronização dos procedimentos de higienização pelo funcionário

responsável pelo procedimento, a empresa adotou as IT's como documentos nos quais devem constar de forma detalhada como executar uma operação específica, devendo estes ficarem disponíveis nos setores da empresa.

Ao se avaliar as instruções de trabalho de higiene da empresa, pode-se observar que ambas seguiam o fluxograma correto de higienização, porem eram pobres em detalhes do processo em questão, generalizadas, o que poderia vir a dificultar a compreensão do colaborador. Além disso, nem todas estavam disponíveis em fácil acesso para o colaborador utilizar, sendo que algumas estavam desatualizadas.

As IT's devem ser escritas de forma minuciosa com a finalidade de orientar os procedimentos de higiene dos diversos itens referentes aos POP's e consequentemente, contribuir para a implantação das boas práticas. Devem conter informações essenciais, que de acordo com Brasil (2004) compreendem a natureza da superfície a ser higienizada, a metodologia empregada, o princípio ativo dos produtos de limpeza e sua concentração, o tempo de contato desses agentes químicos e ou dos físicos utilizados na higienização e quando necessário o desmonte de equipamentos (COSTA, 2006).

4.2 AVALIAÇÃO *IN LOCO* DOS PROGRAMAS DE HIGIENE

Durante o tempo da realização do trabalho houve um acompanhamento na área produtiva para avaliar alguns processos de higienização. Foi observado que os procedimentos de higiene das superfícies de trabalho como mesas, bancadas e esteiras eram feitas manualmente com auxílio de detergente neutro e esfregados com fibra multiuso. Apesar de não ter sido observado nenhuma consulta às IT´s, os colaboradores realizavam a higienização adequadamente. Porém, executavam os procedimentos devido às orientações do líder do setor, que em caso de dúvida questionava a monitora do controle de qualidade e não consulta a IT que estava disponível no setor.

A realização dos procedimentos de higiene das superfícies de trabalho como mesas, bancadas, pias e cubas, é recomendado por Costa (2006) a partir dos seguintes passos: proteger as mãos, remover as sujidades com rodo de pia, passar esponja umedecida com detergente, lavar a torneira da pia, enxaguar com água e remover todo o detergente com uma flanela úmida, borrifar álcool 70% deixando

secar naturalmente e recolher, higienizar e guardar o material utilizado. Tais procedimentos estão descritos na IT e foram realizados pelos colaboradores após o término das atividades.

Apesar da disponibilização das IT's visar a consulta de forma fácil e rápida pelos colaboradores (Brasil, 2004), para que tirem dúvidas quanto à realização dos procedimentos, foi constatado que os mesmos não consultavam tais instruções. Ao questionar alguns colaborados do porque não consultavam as IT's, muitos deles relataram que não sabiam da disponibilidade das mesmas, e alguns desconheciam do que se tratava. Provavelmente, isto se dá pelo fato de que o colaboradores não receberam o treinamento adequado pelo controle de qualidade.

Foi observado que os equipamentos foram higienizados seguindo as recomendações da literatura, principalmente no que diz respeito ao desmonte antes de iniciar o procedimento de higiene. Porém, alguns procedimentos não são cumpridos como recomenda a IT para este, como respeitar a temperatura da água da pré-lavagem e o tempo de ação do detergente. Ao medir a temperatura da pré-lavagem se contatou uma temperatura maior que 70°C. Na IT a informação era que a temperatura devia estar ente 35 e 40°C.

A temperatura da água é importante, pois se estiver muito elevada pode provocar a desnaturação de proteína, se estiver muito baixa, causa a solidificação de gordura. Assim, é recomendável que a temperatura seja cerca de 5 °C acima do ponto de solidificação da gordura do alimento. Geralmente, temperaturas entre 35°C e 40°C (ANDRADE, 2008). A Figura 2 mostra como fica o tanque de mistura das pastas de amendoim e o sistema de válvulas de envase desmontado após o processo produtivo, antes de iniciar a higienização. Já a Figura 3 mostra o tanque após a pré-lavagem com água a 71°C.

Figura 2- Tanque de mistura e sistema de válvulas de envase desmontado antes da higienização

Fonte: O autor, 2018.

Figura 3-Tanque de mistura após a pré-lavagem

Fonte: O autor, 2018.

Na etapa da lavagem foi utilizado o detergente alcalino clorado (pH 12 a 13), sendo a esfregação realizada com auxílio de fibra multiuso e escova de cerdas de nylon de cor amarela com cabo de alumínio, especifica para equipamentos de aço inox. Os procedimentos de lavagem foram realizados conforme era descrito na IT, porém alguns parâmetros não foram respeitados, tais como a concentração e tempo de ação do detergente.

Apenas o detergente neutro fica disponível na lavanderia, os demais ficam em uma sala especifica aos cuidados do controle de qualidade. O colaborador deve

solicitar para a monitora do controle de qualidade o detergente antes do início da higienização. O detergente é disponibilizado conforme quantidade descrita na IT, porém a diluição é realizada pelo colaborador, pois no setor há vários tipos de material e equipamentos e a concentração varia para cada um deles. Foi verificado que o operador não consultou a IT e diluiu o produto em uma diluição única de 1:4, enquanto que o recomendado seria uma diluição de 1:10.. O tempo de permanência do detergente também não foi controlado, todos os equipamentos foram esfregados e após enxaguados.

A eficácia dos detergentes depende principalmente da temperatura da solução, ação mecânica usada, tempo de contato e concentração da solução detergente (GARCIA, 2006). Nos fatores temperatura e concentração da solução usada, apura-se que a sua atividade aumenta à medida que estas aumentam. Contudo, quando se usam concentrações acima das recomendadas pelo fabricante e temperaturas muito elevadas (superior a 55°C), pode ocorrer desnaturação das proteínas dos depósitos de sujidades, o que dificulta a sua remoção (MARRIOTT; GRAVANI, 2006).

Dado que os detergentes não atuam instantaneamente, é necessário assegurar que permaneçam em contato direto com a sujidade o tempo suficiente para que a superfície fique limpa (BAPTISTA, 2003). A força mecânica aplicada afeta a capacidade de penetração do produto de limpeza e a separação física da sujidade da superfície (MARRIOTT; GRAVANI, 2006). Para assegurar a ausência de um perigo químico associado ao produto de limpeza utilizado, deverá verificar-se se o enxaguamento foi devidamente realizado. Esta verificação normalmente é efetuada por medição do pH, que deve estar próximo a neutralidade, uma vez que muitos detergentes usados são substancias ácidas ou alcalinas (BAPTISTA, 2003).

Deu-se início ao enxague com água na temperatura de 42°C. Após o colaborador perceber que toda a espuma tinha sido retirada, o mesmo aumentou a pressão de vapor, elevando a temperatura para 76°C. Quando possível, o enxague deve ser efetuado a temperatura elevada, acima de 70°C, pois favorece a eliminação de microrganismos e facilita a evaporação da água das superfícies (GERMANO, 2001). Após enxaguar bem todo o equipamento, o colaborador acionou a monitora do controle de qualidade para medir o pH da água do enxague, que estava em 6,9, a qual liberou o mesmos para realizar a sanitização.

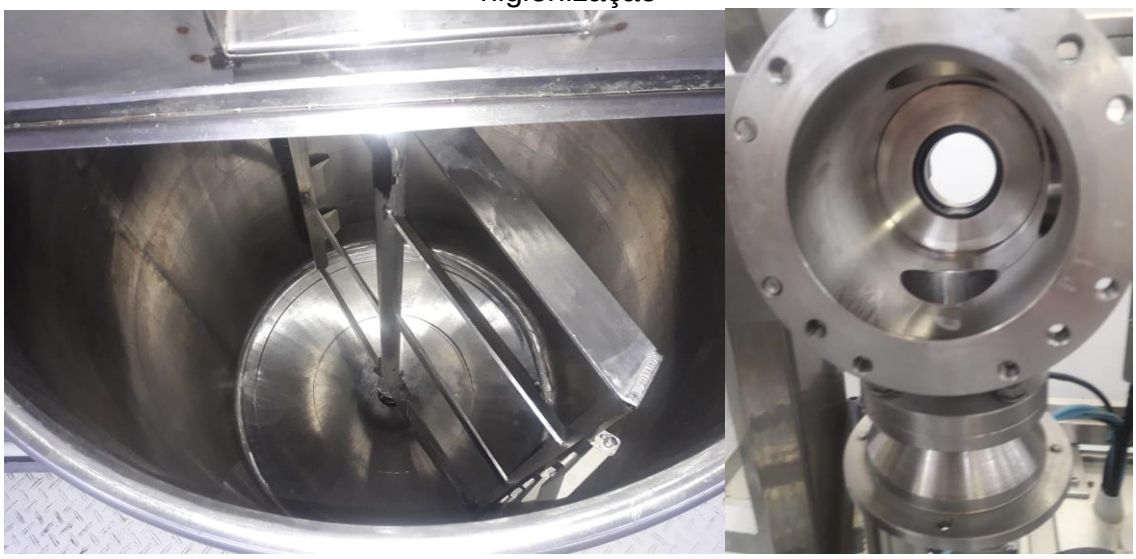
A sanitização dos equipamentos foi realizada com o uso de água quente, onde o colaborador aumentou a pressão de vapor até a água atingir 93°C,e passou nos equipamentos durante 9 minutos. A temperatura foi medida pela monitora do controle de qualidade com o auxílio de um termômetro eletrônico infravermelho. O calor é um agente sanitizante eficiente, pois atinge toda a superfície, inclusive rachaduras e orifícios de diversos tamanhos, além de não ser seletivo para microrganismos (SPREER, 1991; ANDRADE, 2008).

A água quente deve ser usada na temperatura mínima de 80°C durante 5 minutos, através da imersão, circulação ou diretamente na superfície. O mecanismo de ação da água quente consiste na alteração de DNA e RNA, no extravasamento dos constituintes do citoplasma pela alteração da permeabilidade da membrana citoplasmática (SPREER, 1991; ANDRADE, 2008). A empresa optou por este tipo de sanitizante por saber de sua eficiência, quando aplicado corretamente, e por ter um sistema próprio de vapor.

Já os utensílios e bancadas foram sanitizados borrifando álcool 70%. Apesar dos colaboradores não terem novamente consultado a IT em questão, o procedimento foi realizado conforme descrito na mesma. O álcool etílico é comumente utilizado para desinfecção de superfícies em concentrações variáveis de 60 a 90%, mais frequentemente 70%, devido à sua ação desidratante e coaguladora de proteínas, apresentando boa ação germicida nessa concentração (MARTINS et al., 2011).

Ao final do processo, o colaborador acionou a monitora do controle de qualidade, a qual realizou o check-list do PPHO, não apontando nenhuma não conformidade com a higienização. A seguir a supervisora foi acionada para aplicar o teste de *swab* nas superfícies, para avaliar a eficiência do processo de higienização empregado pelos colaboradores. Abaixo, estão as imagens (figura 4 e 5) de alguns equipamentos após o processo de higienização.

Figura 4- Tanque de mistura e sistema de válvulas de envase desmontado após a higienização



Fonte: O autor, 2018.

Figura 5 - Equipamento de envase de pastas de amendoim higienizada e montada

Fonte: O autor, 2018.

4.3 AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE HIGIENIZAÇÃO

A empresa utiliza o teste *swab* como instrumento para medir a eficácia das higienizações de equipamentos, utensílios e mãos. As coletas são realizadas

mensalmente em 3 setores diferentes, garantindo que cada equipamento e utensilio seja analisado no mínimo uma vez no decorrer de um ano.

Nas análises realizadas nas superfícies onde foi acompanhado o processo de higienização, foi verificado que os tipos de superfícies existentes na indústria que entram em contato direto com o produto elaborado são de aço inox, granito e materiais de PVC. Nenhuma delas apresentou contaminação pelos microrganismos analisados (coliformes 45°C e estafilococos), indicando que a higienização foi realizada de forma eficiente, apesar de não seguir exatamente as orientações das ITs. De posse do histórico das análises realizadas pelo teste *swab*, pode-se contatar que no decorrer do ano 2017 e 2018 nenhuma superfície analisada apresentou contaminação.

Apesar do processo de higienização não seguir exatamente as instruções descritas nas IT's de higienização, estes resultados já eram esperados, pois as higienizações são realizadas logo após o término das atividades produtivas, e a empresa utiliza as boas práticas de fabricação na elaboração dos produtos, além disso, o uso de altas temperaturas no processo de cocção, que variam entre 90 °C e 200 °C, durante um período elevado de tempo, garantem a esterilização do sistema em relação aos microrganismos termolábeis que possam estar presentes. Ordóñez (2005) afirma que quando há o aumento da temperatura acima da máxima indicada para o crescimento do microrganismo, seu crescimento é inibido e se a temperatura for suficientemente elevada, ocorrerá inevitavelmente a morte do mesmo.

5. CONCLUSÕES

A realização dos procedimentos de higienização executados pelos colaboradores, na maioria das vezes, não seguem as recomendações previstas nas instruções de trabalho (IT's). Supõe-se que isto se deve à falta de treinamento por parte da empresa e também alega-se a hipótese da falta de sensibilização por parte dos colaboradores sobre a importância do controle higiênico-sanitário em uma indústria de alimentos.

Com os resultados dos testes *swab* pode se concluir que mesmos não realizando o processo de higienização padronizado, mantém as superfícies que entram em contato com o produto se mantem livres de contaminação microbiológica, indicando assim que o desvio no processo não comprometeu o resultado final da higienização. Além disso, o processo produtivo utiliza altas temperaturas e o produto possui baixa atividade de água, o que contribui para que a carga inicial de microrganismos seja nula ou muito baixa antes da higienização.

Diante disso, verifica-se a importância e a necessidade do acompanhamento das execuções de higienização dos referidos itens, bem como treinamentos periódicos e sensibilização por parte dos colaboradores para garantir que o processo de higienização seja realizado de forma padronizada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, N. J. **Higiene na indústria de alimentos: avaliação e controle da adesão e formação de biofilmes bacterianos**. São Paulo, pg 412. 2008.

ANDRADE, N. J., PINTO, C. L. O., FERREIRA D. G. S., FERREIRA, R. G.S. **Higiene na indústria de alimentos,** ed. 1°, Minas Gerais, 340 p., 2014.

ARAÚJO, L.V. **Biossurfatantes como agentes inibidores de adesão de Listeria monocytogenes em superfícies de aço inox.** Monografia. Medicina Veterinária. Universidade Estácio de Sá. R.J. 45p.2006.

ATHAYDE, A. **Higienização em indústrias de laticínios colabora no controle total da qualidade. Engenharia de Alimentos**, São Paulo, v. 4, n. 184, pg. 24-29, 1998.

BAPTISTA, P. **Higienização na indústria de alimentos**. São Paulo: Varela, 2003.

BERNARDES, P.C. et al. Work of adhesion of dairy products on stainless steel surface. **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo. v. 43, n. 4, pg.1261-1268, 2012.

BERTOLINO, M. T., **Gerenciamento da qualidade na indústria de alimentícia: ênfase na segurança dos alimentos**. Porto Alegre, Artmed, 2010.

BORBA, R. **As Relação de Negócio entre Produtores de Melado e as Fábricas de rapadura de Santo Antônio da Patrulha, RS**. 2011. 53 f. Graduação (Trabalho de conclusão de curso Tecnologia em Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural- PLAGEDER), Faculdade de Ciências Econômicas Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Santo Antônio da Patrulha, 2011.

BRASIL. Sociedade Brasileira De Ciência e Tecnologia de Alimentos - SBCTA. Manual de higiene e sanitização para as empresas de alimentos. Campinas, SP, 2000.

BRASIL. **Resolução nº 123**, de 13 de maio de 2004. Dispõe sobre o regulamento Técnico para Rotulagem de Alimentos Embalados. . Diário Oficial da União; Brasília, DF, de 19 de junho 2001.

BRASIL. **Resolução nº 275**, de 21 de outubro de 2002, Dispõe sobre o regulamento técnico de procedimentos operacionais padronizados aplicados aos estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos e a lista de verificação de boas práticas de fabricação em estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, de 16 de Outubro 2002.

BRASIL. **Resolução – RDC nº 216,** de 15 de setembro de 2004, Dispõe sobre Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação. Diário Oficial da União; Brasília, DF, de 16 de setembro de 2004

CAIXETA, D. S. **Sanificantes químicos no controle de biofilmes formados por duas espécies de Pseudômonas em superfície de aço inoxidável.** Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

CASTRO, S. A. R. S. **Boas Práticas De Higiene: Um Pilar Para A Produção De Alimentos Seguros,** Dissertação De Mestrado - Universidade técnica de Lisboa, Lisboa, 2008.

CONAB- Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira, v.2, n.7, 2015.

COSTA, Eveline de A. **Manual de boas práticas do laboratório de preparo de alimentos.** 2006. 297 f. Relatório de Estágio Supervisionado (Graduação), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

DUTRA, C. C.; ALLES, M.J.L.;MARIOT, R.F. **Manual do design higiênico para máquinas, equipamentos e instalações da indústria de alimentos e bebidas**. Porto Alegre: SENAI. 2008.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**, 2° ed., São Paulo, 652 p, 2008.

FAGUNDES, M. H. **Sementes de amendoim: alguns comentários**, outubro de 2002, disponível em: Acessado em: 9 de Novembro de 2018.

FERREIRA, D. O. **Sistema Agroindustrial de derivados de cana-de-açúcar no litoral norte do Rio Grande do Sul: Uma análise a partir da abordagem sobre arranjos produtivos locais (APLs).** 2011. 59 f. Graduação (Trabalho de conclusão de curso Tecnologia em Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural PLAGEDER) -Faculdade de Ciências Econômicas-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Santo Antônio da Patrulha, 2011.

FLACH, J.; KARNOPP, C.; CORÇÃO, G. Biofilmes formados em matéria-prima em contato com leite: fatores de virulência envolvidos**. Acta Scientiae Veterinariae**. 33(3), 291-296, 2005.

GERMANO, P. M. L.; GERMANO, M. I. S. **Higiene e vigilância sanitária de alimentos**. São Paulo, 2001.

GERMANO, P. M. L.; GERMANO, M. I. S. **Higiene e vigilância sanitária de alimentos: qualidade das matérias-primas, doenças transmitidas por alimentos, treinamento de recursos humanos**. 3. Ed, São Paulo, 2008.

GERMANO, P. M. L.; GERMANO, M. I. S. **Higiene e vigilância sanitária de alimentos**. 4° ed., São Paulo, 164 p., 2011.

GUEDES, A. M. M. et al. **Tecnologia de ultravioleta para preservação de alimentos. Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**. Curitiba, v. 27, n. 1, pg. 59-70, 2009.

HAYES, P. R., **Microbiologia e higiene de los alimentos.** Zaragoza: Acribia, P. 187-196, 1993.

HOFFMANN, F.L., GARCIA-CRUZ, C.H., VINTURIM, T.M. Determinação da atividade antibacteriana de desinfetantes. Revista Higiene Alimentar, São Paulo, v.9, n.39, pg.29-34, 1995.

HOOD, S., ZOTTOLA, E. A. Biofilms in food processing. **Food Control**, v. 6, p.8-18, 1997.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em:< http://www.cidades.ibge.gov.br>. Acessado em: 25/11/2018.

JUNIOR, C. J. S., **Plano APPCC em estabelecimentos alimentícios: guia técnico para elaboração**, 1° ed., Rio de Janeiro, 164 p., 2014.

KRASZCZUK, V. **Verificação do processo de higienização pré-operacional de um abatedouro de aves**. 2010. 66 f. Graduação (Trabalho de conclusão de curso engenharia de Alimentos) - Instituto de ciência e tecnologia de alimentos- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

MACÊDO, J. A. B. Biofilmes Bacterianos: Uma Preocupação Para a Indústria de Alimentos, **Revista Fármacos & Medicamentos**, V. 2, n.7, p. 19-24, Nov/Dez de 2006,

MARCHAND, S. et al. Biofilm formation in milk production and processing environments; influence on milk quality and safety. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, Chicago,v. 11, n. 2,pg. 133-147, 2012.

MARRIOTT, N. G. **Principles of food sanitation**. 4th ed.Gaithersburg: Aspen, pg. 364, 1999.

MARRIOTT, N. G., GRAVANI, R. B. **Principles of food sanitation**. 5th ed. USA: Birkhauser, 2006.

MARTINS, M.C.V.; RODRIGUES, M.A.C.; OLIVEIRA, M.N.; SAMPAIO, T.M.T. Análise do uso de material e produtos químicos na higienização de equipamentos e utensílios em uma cozinha experimental de preparo de alimentos. **Oikos: Revista Brasileira De Economia Doméstica**, Viçosa, v.22, n.2, p.195-212, 2011.

NITSCHKE, M. **Biotensoativos como agentes inibidores da adesão de patógenos em superfícies de materiais utilizados na indústria de alimentos**. EMBRAPA. CTAA. RJ. 2006.

OKAZAKI, M. **Adaptação do método de suspensão para determinação da atividade bactericida de desinfetantes a base de cloreto de benzalcônio em concentrações acima de 200 mg/L. 2003. 96f**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Departamento de Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas (SP), 96p., 2003.

PAULINO, C.A., SPINOSA, H.S.; GÓRNIAK, S.L.; BERNARDI, M.M. **Farmacologia aplicada à medicina veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, pg. 440-452, 2010.

PARIZZI, S. Q. F.; ANDRADE, N. J.; SILVA, A. S.; SOARES, N. F. F. S.; SILVA, A. M. Bacterial Adherence to Different Inert Surfaces Evaluated by Epifluorescence 81 Microscopy and Plate Count Method. **Journal Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 47, p. 77-83, 2004.

POMPERMAYER, D. M. C., GAYLARDE,C., C. **The influence of temperature on the adhesion of mixed cultures of staphylococcus aureus and escherichia coli to polypropylene**. Food Microbiology, v.17, p.361-365, 2000.

RIBAS, L. C. M. **Higienização de instalações e equipamentos em indústria de laticínios.** 2008. 74 f. Trabalho de conclusão de curso (Especialização Lato Sensu em Higiene e Inspeção de Produtos de Origem animal) – Universidade Castelo Branco, Goiânia, 2008.

RODOLFO Jr,, A., NUNES, L. R., ORMANJI, W. **Tecnologia do PVC**. São Paulo: Proeditores/Braskem, 2002. 400p.

RODRIGUEZ, F. **Principles of polymer systems**. 3rd ed. New York: Hemisphere Publishing Corporation, p. 602-603, 1989.

ROSADO, M.S., et al. **Modelagem do processo de formação de biofilmes de Pseudomonas fluorescens em aço inoxidável, granito e mármore e avaliação das microtopografias dessas superfícies por microscopia eletrônica de varredura. Higiene Alimentar**. V.21, n.150, p. 119-120, 2006.

THALLINGER, B. et al. Antimicrobial enzymes: An emerging strategy to fight microbes and microbial biofilms. **Biotechnology Journal**. v. 8, n. 1, pg. 97–109, Jan 2013.

TROLLER, J. A. **Sanitation in Food Processing**. 2th Ed. Academic Press, 456p, 1993.

SCHNEIDER, R. P. Biofilmes Microbianos. **Microbiologia in foco** – V.1, n. 2, pag 4-12, 2007.

SPREER, Edgar. **Lactologia Industrial**. 2.ed. Espanha: Editora Acríbia S. A, 1991.

SREY, S.; JAHID, I. K.; HA, S. Biofilm formation in food industries: a food safety concern. **Food Control,Vurrey**. v. 31, n. 2, pg. 572-585, 2013.

STIER, R. F.; CRAMER, M. Top tips to make your CIP and COP systems work for you. **Food Safety Magazine,Glendale**. v. 11, n. 5, pg.14-18, 2005.

ZAWADZKI, S.F**. Poliésteres Oligoméricos Como Plastificantes Para PVC**. Tese de Mestrado, Instituto de Química - UFRJ, Rio de Janeiro, 1989.