

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS  
CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

BETINA ELYS BACKES

**Higienização a seco na indústria de alimentos: Uma  
revisão bibliográfica**

Porto Alegre  
2022

BETINA ELYS BACKES

## **Higienização a seco na indústria de alimentos: Uma revisão bibliográfica**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Graduação em  
Engenharia de Alimentos para a obtenção  
do título de Engenheira de Alimentos.

Orientadora: Professora Patrícia da Silva  
Malheiros

Porto Alegre  
2022

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus pela vida.

Aos meus pais e meu irmão por todo incentivo, dedicação e por compreenderem a minha ausência enquanto eu me dedicava à realização deste trabalho.

Ao meu namorado, Vitor, por todo apoio, incentivo e por toda sua paciência.

Aos meus amigos por me ajudarem a descontrair mesmo em momentos difíceis.

Aos meus colegas de turma, por compartilharem comigo tantos momentos de descobertas, aprendizado, dificuldades do ERE e por todo o companheirismo ao longo deste percurso.

Aos professores, pelas correções e ensinamentos que me permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação profissional e por tudo o que aprendi ao longo dos anos do curso.

À Professora Patrícia, pela orientação e ensinamentos durante esse trabalho.

## RESUMO

A higienização industrial consiste na combinação de práticas de limpeza e desinfecção das superfícies, com o objetivo de restabelecer níveis aceitáveis de higiene no ambiente de processamento. A exposição de alimentos com baixa atividade de água ( $a_w < 0,85$ ), como farinhas, leite em pó e temperos secos, a práticas de limpeza e desinfecção úmidas, pode causar umidificação do produto, provocando alterações em suas características e facilitando sua degradação ou contaminação através de microrganismos. Registros de surtos alimentares e *recalls* nos últimos anos envolvendo alimentos secos, tem fomentado a necessidade de maior aprimoramento das práticas de higienização da indústria, com a finalidade de diminuir o risco destes alimentos muitas vezes considerados seguros. Este estudo de revisão objetivou identificar os diferentes métodos de limpeza e desinfecção a seco, explicitando as diferenças entre eles, seus pontos positivos e negativos, além de abordar estudos experimentais com comparação da eficiência entre métodos. Para o recolhimento de grandes quantidades de poeiras finas, a aspiração à vácuo é a mais rápida e eficaz, podendo ainda ser associada a linha de processamento para recolher a poeira assim que ela for formada. Já para o desprendimento de sujidades a escovação, a raspagem e o jateamento abrasivo podem ser utilizados de forma eficaz, cada qual para um tipo de resíduo. Os desinfetantes à base de álcool e o calor podem ser utilizados diariamente para desinfecção da linha de processamento. A eficácia da higienização depende da superfície que será limpa, dos alimentos e das características do ambiente. Portanto, deve ser elaborado e validado um plano de higienização específico para cada situação.

**Palavras-chave:** higienização, limpeza a seco, desinfecção a seco, segurança de alimentos.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	6
2. OBJETIVOS.....	8
2.1. OBJETIVO GERAL.....	8
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
3. METODOLOGIA.....	9
4. DOENÇAS DE ORIGEM ALIMENTAR RELACIONADAS A ALIMENTOS SECOS .....	10
5. HIGIENIZAÇÃO NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS .....	13
6. LIMPEZA A SECO .....	16
6.1. ESCOVAÇÃO.....	18
6.2. RASPAGEM.....	19
6.3. ASPIRAÇÃO A VÁCUO .....	21
6.4. LENÇOS UMEDECIDOS EM ÁLCOOL .....	22
6.5. SOPRO COM AR COMPRIMIDO .....	24
6.6 JATEAMENTO ABRASIVO.....	25
7. DESINFECÇÃO A SECO.....	26
7.1 CALOR.....	28
7.2 DESINFETANTES À BASE DE ÁLCOOL .....	30
7.3 AGENTES ANTIMICROBIANOS GASOSOS .....	31
8. CONCLUSÕES.....	31
9. REFERÊNCIAS.....	33

## 1. INTRODUÇÃO

A maioria dos consumidores relaciona a qualidade dos alimentos com características como sabor, aparência, odor, textura, embalagem e preço, sendo os pontos que estes observam quando buscam um produto (AZEVEDO et al., 2017). No entanto, para que o consumidor possa atentar-se somente a estes aspectos, é necessário que a indústria alimentícia garanta a segurança dos alimentos. Para isto, é preciso que os produtos possuam baixas quantidades de microrganismos patogênicos e deteriorantes, a fim de prevenir Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA) e evitar deterioração prévia.

Historicamente, os produtos alimentícios com baixa atividade de água (aw) são considerados de baixo risco microbiológico, não necessitando de cuidado excessivo na sua produção e comercialização devido à dificuldade de multiplicação dos microrganismos nestes alimentos. Contudo, devido ao grande número de *recalls* e surtos associados à persistência de patógenos em alimentos de baixa aw, houve uma mudança nessa percepção (CHEN et al., 2009; LANG & SANT'ANA, 2021). Os alimentos são considerados de baixa atividade de água quando  $aw < 0,85$  (BEAUCHAT et al., 2011; CHEN et al., 2009).

A ausência de microrganismos patogênicos e de baixa concentração de microrganismos deteriorantes em alimentos é obtida com um conjunto de procedimentos de qualidade, como Boas Práticas Agrícolas (no cultivo da matéria-prima), Boas Práticas de Fabricação (no transporte e processamento do alimento), com processamento adequado e higienização industrial eficiente.

O processo de higienização industrial consiste na associação de práticas de limpeza e desinfecção, que possuem o objetivo de restaurar uma boa condição higiênica no ambiente de processamento (NORONHA, 2010). Normalmente, aplica-se métodos de limpeza e desinfecção úmidas, que utilizam água, detergentes, soluções aquosas, suspensões aquosas, vapor de água e agentes de desinfecção que necessitam de enxágue após a aplicação (BURNETT & HAGBERG, 2014).

No entanto, a presença de grande umidade em linhas de processamento a seco leva à deterioração do produto e alteração de suas características. Sendo assim, é indicado a realização de higienização a seco em indústrias ou linhas processadoras de alimentos secos. Este método de higienização também reduz consideravelmente o uso de água e de diversos produtos químicos, promovendo

uma Produção Mais Limpa nos processos de fabricação. A Produção Mais Limpa é definida como a aplicação contínua de estratégias ambientais para minimizar a geração de resíduos industriais e o impacto do produto no meio ambiente (CEBDS, 2016).

Poucas pesquisas ou orientações sobre programas apropriados de limpeza e desinfecção para linhas de processamento de alimentos secos ( $a_w < 0,85$ ) - farinhas, leite em pó, cacau em pó, misturas pré-prontas, temperos secos, etc - estão disponíveis. Contudo, a indústria tem o dever de oferecer aos clientes alimentos confiáveis, seguros e de alta qualidade, que tenham passado por locais e equipamentos de processamento adequadamente higienizados. Neste sentido, avalia-se como relevante a elaboração de uma revisão bibliográfica abordando as principais técnicas e produtos que podem ser utilizados para limpeza e desinfecção de indústrias que processam alimentos secos.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão bibliográfica sobre os procedimentos para higienização a seco, destacando as principais técnicas e produtos que podem ser utilizados para limpeza e desinfecção de indústrias que processam alimentos secos.

### 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar os principais desafios relacionados à higienização de indústrias que processam alimentos secos;
- Identificar a ocorrência de surtos alimentares envolvendo a incorreta higienização de indústrias processadoras de alimentos secos;
- Abordar as principais técnicas de limpeza a seco;
- Identificar os principais produtos utilizados para desinfecção a seco.



### 3. METODOLOGIA

O levantamento bibliográfico foi realizado entre outubro de 2021 e maio de 2022. Para a pesquisa foi utilizado principalmente a base de dados disponível no Portal de Periódicos da Capes e Google Scholar, com o uso das palavras “Limpeza a seco”, “Desinfecção a seco”, “Escovação indústria de alimentos”, “Raspagem indústria de alimentos”, pesquisando todos os métodos separadamente, pesquisados em português e inglês.

#### 4. DOENÇAS DE ORIGEM ALIMENTAR RELACIONADAS A ALIMENTOS SECOS

A RDC nº 331, de 23 de dezembro de 2019 dispõe sobre os padrões microbiológicos de alimentos em conjunto com a IN nº 60, de 23 de dezembro de 2019 (BRASIL, 2019). Os microrganismos patogênicos ou indicadores citados na legislação, de interesse em alimentos secos são: *Salmonella*, *Escherichia coli*, Bolores e leveduras, *Enterotoxinas estafilocócicas*, *Enterobacteriaceae*, *Estafilococos* coagulase positiva, *Cronobacter* spp., *Bacillus cereus* presuntivo e Aeróbios mesófilos.

Boa parte destes microrganismos não eram citados na legislação antiga, a RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Porém, eles foram identificados recentemente em surtos de Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA) e em trabalhos científicos, sendo incluídos na revisão da referida resolução.

Os principais microrganismos patogênicos identificados como causadores de surtos de DTA em alimentos com baixo teor de atividade de água são *Bacillus cereus*, *Campylobacter* spp., *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Cronobacter* spp., *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* e *Staphylococcus aureus* (BEUCHAT et al., 2011).

No Brasil, entre 2012 e 2021, foram registrados 6347 surtos de DTA. Após critérios de confirmação e análise dos alimentos, somente 2126 deles tiveram dados conclusivos, sendo 2,2% destes relacionados a cereais, farináceos e produtos à base de cereais, e 0,2% dos surtos se referem ao consumo de especiarias, temperos secos, molhos industrializados e similares (BRASIL, 2022). Recentemente, através da Resolução RE nº 3.673, de 24 de setembro de 2021, realizou-se no Brasil um *recall* de veto de comercialização e determinou o recolhimento de Pimenta do reino moída contaminada com *Salmonella* spp.

Uma revisão dos registros de *recall* na *Food and Drug Administration* (FDA) por Vij et al. (2006) mostrou que de 1970 a 2003 houve 21 *recalls* envolvendo especiarias contaminadas com patógenos bacterianos, em sua maioria *Salmonella*. Dezesesseis desses *recalls* ocorreram durante 2001-2004, envolvendo especiarias importadas de todos os continentes. As especiarias listadas nos *recalls* incluíam pimenta preta moída, cominho moído, orégano moído, páprica e salvia moída. As especiarias são frequentemente adicionadas a alimentos que não são submetidos a

qualquer outro tratamento térmico, o que gera maior preocupação em relação a sua segurança.

Uma revisão detalhada de Soon et al. (2020) observou os registros de surtos alimentares e *recalls* ocorridos entre 2008 e 2018 em todo o mundo. Neste período foram registrados 1176 *recall* envolvendo perigos microbiológicos, sendo 16,25% destes referentes a alimentos secos, associados em sua maioria à *Salmonella* spp.

*Salmonella* spp pode causar doença em humanos e os principais sintomas são: dor abdominal, diarreia, vômito, febre e dor de cabeça. Em crianças, idosos e indivíduos imunodeprimidos os sintomas podem ser mais intensos (SILVA, 2020). A multiplicação de *Salmonella* ocorre em maior velocidade em temperaturas de aproximadamente 37°C e aw acima de 0,93 (BRASIL, 2011). Apesar da *Salmonella* não se multiplicar em produtos de baixa aw, a sua presença com menos de 1 UFC/g já é capaz de causar infecção, dependendo da condição do hospedeiro e da cepa da bactéria (CHEN et al., 2009).

Os patógenos vegetativos geralmente associados a produtos lácteos secos são principalmente *Salmonella enterica* e *Cronobacter sakazakii* (LANG et al., 2017). De 1958 a 2008, mais de 120 casos de infecção por *Cronobacter* spp. em crianças foram relatados. Esse patógeno pode causar septicemia e meningite infantil, resultando em morte em aproximadamente 40% dos casos (CDC, 2009).

O estudo de Fei et al. (2015) analisou a presença de *Cronobacter* spp. em amostras de fórmula infantil em pó coletadas em uma indústria chinesa, durante os anos de 2009 e 2012. Constatou-se que as áreas de secagem por pulverização, secagem em leite fluidizado e de embalagem, foram as principais áreas com contaminação, principalmente por *Cronobacter sakazakii*. As amostras foram isoladas tanto do equipamento de processamento quanto do produto. Detectou-se que as partículas de poeira no ar da fábrica podem ter sido um vetor de dispersão de *Cronobacter*.

Pei et al. (2016), investigaram a presença de *Cronobacter* spp. em 2.282 amostras de fórmula infantil em pó e fórmulas de acompanhamento, coletadas nos mercados varejistas da China no ano de 2012. Fórmulas infantis apresentaram positividade em 0,90% (10/1011) e fórmulas em pó de acompanhamento em 1,18% (15/1271). Tais dados sugerem uma contaminação originária de várias fontes diferentes durante o processo de fabricação dos produtos.

Para reduzir a contaminação por patógenos na produção de leite em pó, algumas medidas devem ser tomadas, como manter a umidade do ar baixa, reduzir o número de partículas de poeira no ar e limpar frequentemente os equipamentos de produção (FEI et al., 2015).

Entre 2018 e 2019 na França, ocorreu um surto de *Salmonella enterica* sorotipo Poona em crianças de até 28 meses, ligado à contaminação persistente por *Salmonella* em uma fábrica de fórmula infantil à base de arroz. Um total de 33 casos foram identificados neste surto, sendo que metade dos casos foram hospitalizados por salmonelose (JONES et al., 2019; LANG & SANT'ANA, 2021).

O *Codex Alimentarius* recomenda a ausência de *Cronobacter* spp. e de *Salmonella* spp. em fórmulas infantil em pó, realizando análise em 30 amostras de 10 gramas para *Cronobacter* e em 60 amostras de 25 gramas para *Salmonella*, em cada lote de produto acabado (forma em pó). Indica-se a utilização de procedimentos de limpeza a seco para manter as áreas de alta higiene completamente secas ou o mais secas possível (CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION, 2008).

A contaminação microbiana em alimentos secos também pode ser associada à presença de biofilmes nos equipamentos de processamento. Biofilmes são estruturas complexas formadas por camadas de exopolissacarídeos e microrganismos, que se aderem e aglomeram facilmente em superfícies porosas e ranhuradas (SCHERRER & MARCON, 2016). Quando um alimento contaminado entra em contato com uma superfície mal higienizada, porosa ou danificada, os microrganismos se grudam à superfície e iniciam o processo de adesão. Se o equipamento não for higienizado adequadamente, os biofilmes contaminam os alimentos que passam posteriormente pelo local.

Tais contaminações microbianas em alimentos com baixa umidade podem ser atribuídas a processamento de inativação ineficaz, contaminação cruzada e/ou procedimentos de desinfecção inadequados (PODOLAK & BLACK, 2017). Portanto, entende-se a necessidade de uma adequada limpeza e desinfecção dos equipamentos processadores de alimentos de baixa aw, visando também a não dispersão de partículas de poeira contaminada no ambiente de fabricação.

## 5. HIGIENIZAÇÃO NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

O termo higiene é de origem Grega, “Hygeia”, que significa sadio e remete a Deusa da saúde (LELIEVELD et al., 2016). Os dicionários definem higiene como: “Ciência relativa à conservação da saúde; Limpeza, asseio. Dar condições de higiene necessárias a evitar doenças ou impedir que estas se propaguem; tornar higiênico, saudável.” (AURÉLIO, 2020). Desta forma, a higiene aplicada em toda a cadeia produtora de alimentos pode ser interpretada como práticas pertinentes à alimentação que garantam a manutenção da saúde do consumidor final.

No âmbito industrial, utilizam-se as Normas Internacionais dos Alimentos como norteadoras, que foram estabelecidas pela Comissão do Codex Alimentarius (CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION, 2011), a qual define higiene dos alimentos como “todas as condições e medidas necessárias para assegurar a segurança e adequação dos alimentos em todas as fases da cadeia alimentar”. Definição que engloba dois conceitos: segurança de alimentos (*food safety*) e adequação alimentar (*food suitability*).

Segurança dos alimentos é “a garantia de que os alimentos não causarão efeitos adversos à saúde do consumidor, quando preparado ou consumido de acordo com o uso pretendido”, enquanto a adequação alimentar é “a garantia de que os alimentos são aceitáveis para o consumo humano de acordo com o uso a que se destina” (CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION, 2011). Implicitamente considera-se aspectos de qualidade como a ausência de contaminantes (físicos, químicos e biológicos), veracidade de informações e respeito ao consumidor.

Portanto, os processos de higienização na indústria de alimentos são um dos fatores responsáveis pela garantia da segurança e qualidade dos alimentos, através da eliminação de resíduos físico-químicos e o controle de microrganismos.

Durante o processo de fabricação de alimentos, verifica-se o acúmulo de um conjunto de materiais indesejáveis, entre os quais restos de alimentos, corpos estranhos, substâncias químicas do processo, e microrganismos. Esta situação pode resultar do processo de produção normal, como é o caso da adesão de restos de alimentos às superfícies de trabalho, ou de anomalias no processo, como por exemplo, as resultantes de contaminação por deficiente manutenção dos equipamentos ou de contaminação ambiental (NORONHA, 2010).

A higienização é composta pelo processo de limpeza seguida da desinfecção da superfície. O procedimento de limpeza visa a eliminação de restos de alimentos e outras sujidades que permanecem sobre as superfícies. A desinfecção objetiva a destruição ou remoção dos microrganismos (NORONHA, 2010) até atingir níveis seguros.

Tradicionalmente a higienização é realizada de forma úmida, utilizando água, detergentes e desinfetantes para retirar as sujidades dos equipamentos, móveis e utensílios. A limpeza úmida não é indispensável para o controle microbiológico (LELIEVELD et al., 2016), pode ser evitada em equipamentos que processam alimentos secos e realizada apenas em circunstâncias específicas (MAGER et al., 2001).

Em uma linha de produção de alimentos secos, a presença de água pode afetar a qualidade dos produtos, alterando sua consistência, gerando aglomerados do produto e dificultando seu processamento. Além de que, a presença de umidade nas superfícies pode criar condições para o crescimento microbiano e o desenvolvimento de locais de abrigo para patógenos bacterianos, por isso manter condições secas no ambiente de produção é essencial. Também é importante evitar quaisquer condições que podem levar à ocorrência de condensação, inclusive nas superfícies internas do equipamento (CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION, 2008).

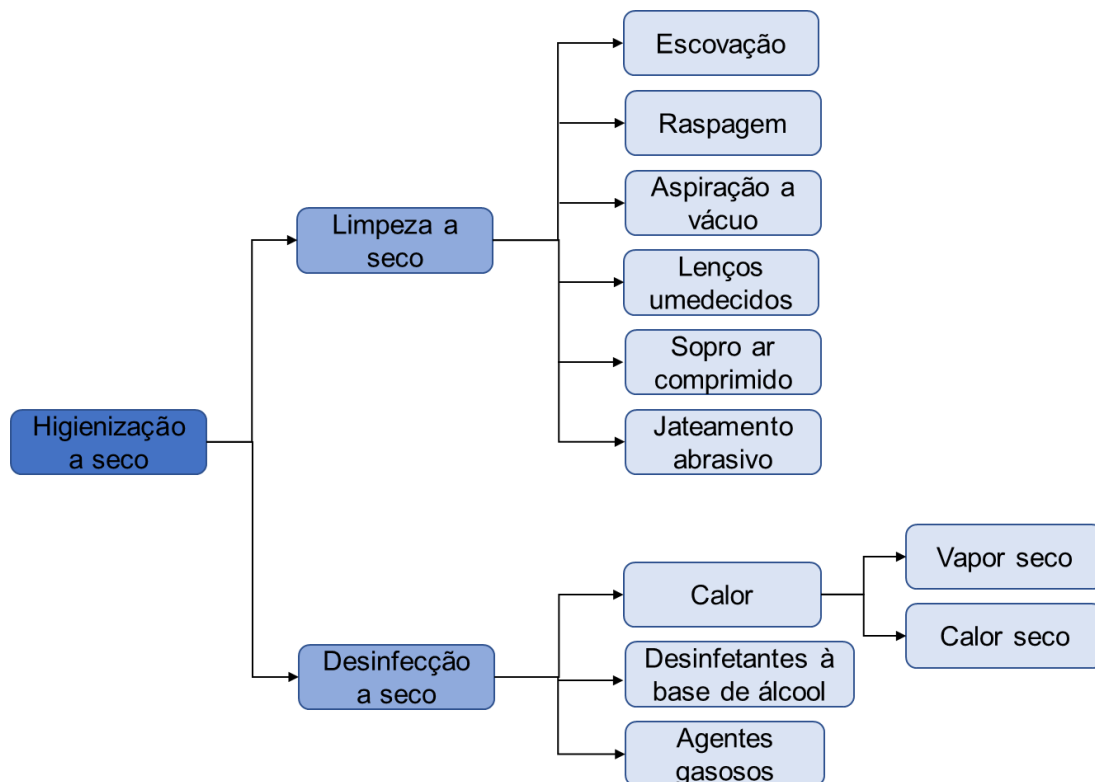
Além dos métodos de limpeza e desinfecção, a eficácia da higienização depende de uma combinação das propriedades da superfície que será limpa, dos alimentos e do ambiente. Portanto, deve ser elaborado um plano de higienização específico para cada condição. Algumas propriedades relevantes da superfície são a rugosidade, a composição química do material e a resistência à corrosão (SCHMIDT et al., 2012). As características do alimento que influenciam no processo de limpeza englobam a composição química, forma física, esfericidade, estrutura, temperatura de transição vítrea, tamanho, densidade da partícula, fluidez e neutralização da energia superficial (CHEN et al., 2022; MAGER et al., 2001). Por fim, a temperatura ambiente e a umidade relativa do ar influenciam diretamente no comportamento dos alimentos em pó, alterando suas propriedades físicas e a adesão à superfície (CHEN et al., 2022).

O design higiênico é outro fator importante para obtenção de uma higiene eficiente, pois permite uma limpeza fácil, econômica e confiável das instalações de

produção de alimentos e de seus equipamentos para minimizar os riscos de contaminação física, química e microbiológica (TOLEDO, 2016). É fundamental que o equipamento seja projetado para facilitar a desmontagem e inspeção de superfícies, a fim de proporcionar a remoção eficaz de todos os resíduos do produto (BURNETT & HAGBERG, 2014). A Norma ABNT NBR ISO 14159 determina os “Requisitos de higiene para o projeto das máquinas”.

Nos tópicos a seguir tem-se uma descrição detalhada dos métodos de limpeza e desinfecção a seco (figura 1), incluindo as vantagens, indicações de uso e pesquisas comparativas entre os métodos.

Figura 1: Principais métodos de higienização a seco para aplicação em indústrias que processam alimentos com baixa atividade de água (<0,85).



Fonte: Autora (2022).

Contudo, a ineficiência da higienização a seco, e conseqüentemente a permanência de restos de alimentos secos previamente processados no equipamento, pode contaminar os alimentos subsequentes, afetando a qualidade do produto e até mesmo colocando em risco a saúde do consumidor final (MAGER et al., 2001). A avaliação da eficácia da higienização pode ser realizada através do

teste de presença de resíduos (inspeção visual e/ou presença de alérgenos) e de análises microbiológicas (FARIA, 2010).

## 6. LIMPEZA A SECO

Indústrias que processam e armazenam produtos secos, necessitam evitar a utilização da água, afinal, a umidificação do alimento pode alterar suas características e aumentar a atividade de água do mesmo. A retenção de água ou a permanência de alimento com alta umidade no equipamento favorece o desenvolvimento microbiano e a formação de biofilmes. Esses problemas podem ser evitados utilizando a limpeza a seco nos equipamentos e instalações que processam alimentos secos.

A limpeza a seco se refere à limpeza em que não são utilizadas soluções aquosas com detergentes, suspensões aquosas ou vapor. Pode ser considerado como um processo puramente mecânico que depende da remoção física da sujidade por meio de raspadores, escovas e sistemas de vácuo em várias combinações (LELIEVELD et al., 2016). Também podem ser utilizados lenços umedecidos, ar comprimido e jateamento abrasivo conforme demonstrado na tabela 1.

Tabela 1: Principais métodos de limpeza a seco e suas características de utilização.

<b>Método de limpeza</b>	<b>Custo</b>	<b>Facilidade de uso</b>	<b>Função principal</b>	<b>Tipo de resíduo</b>	<b>Desvantagens</b>
<b>Escovação</b>	Baixo	Fácil	Desprendimento de sujidades aderidas às superfícies	Sujidades pouco aderidas Detritos pesados, de pouca dispersão aérea	Precisa ser associada a uma técnica de recolhimento Pode formar poeira
<b>Raspagem</b>	Baixo	Fácil	Desprendimento de sujidades aderidas às superfícies	Sujidade fortemente aderida Resíduo com alta aw	Precisa ser associada a uma técnica de recolhimento Pode danificar as superfícies
<b>Aspiração</b>	Alto	Média	Recolhimento de sujidades	Resíduos secos Resíduos dispersos Resíduos de alta dispersão aérea	Para resíduos fortemente aderidos, precisa de desprendimento anterior Limpeza frequente do equipamento
<b>Lenços umedecidos</b>	Médio	Média	Recolhimento de sujidades finas	Superfície levemente suja	Não efetivo quando há grande carga orgânica



<b>Ar comprimido</b>	Alto	Média	Desalojamento de poeira em cantos e pequenos espaços	Detritos pesados, de pouca dispersão aérea	Pode formar nuvem de poeira Recontaminação de outras áreas Precisa ser associada a uma técnica de recolhimento
<b>Jateamento abrasivo</b>	Alto	Difícil	Desprendimento de resíduos fortemente aderidos	Poeira endurecida, óleo queimado	Condensação nas superfícies circundantes Precisa ser associada a uma técnica de recolhimento

Fonte: Autora (2022).

Os métodos de limpeza a seco dificilmente irão remover todos os vestígios do produto, mas auxiliam na redução do processo de deterioração do produto seco, através da redução da população microbiana proveniente dos resíduos (BURNETT & HAGBERG, 2014).

Segundo Mager et al. (2001), em equipamentos de processamento de produtos secos, a limpeza a seco pode ser realizada se:

- Os alimentos secos que permanecem como camadas soltas no equipamento, após a limpeza, não apresentam risco de degradação da qualidade e/ou não causam contaminação cruzada ao produto seco que será produzido posteriormente;
- Os alimentos secos que permanecem no equipamento, após a limpeza, não apresentam risco de crescimento microbiano devido às condições de umidade e temperatura.
- O alimento seco não é higroscópico e/ou pegajoso.

O conjunto e a ordem de métodos deve ser escolhida de forma a maximizar a eficiência do procedimento de limpeza, sendo compatível com a natureza do resíduo e o projeto do equipamento. A utilização de equipamentos com design higiênico facilita a acessibilidade e possibilita a remoção de todos os resíduos do produto, sendo passível também de inspeção para confirmação posterior (BURNETT & HAGBERG, 2014).

A seguir serão abordadas algumas técnicas de limpeza a seco, que podem ser usadas isoladamente ou em conjunto.

## 6.1. ESCOVAÇÃO

A técnica de escovação consiste na geração de atrito entre as cerdas de uma escova com a superfície, a fim de desprender o produto aderido ao equipamento. Esse efeito pode ser alcançado com a compressão da escova, arrastando-a em direção ao operador. Caso o operador efetue movimento de vai e vem, ou de empurrar a escova na direção oposta à sua, poderá haver formação de nuvens de poeira durante a limpeza, recontaminando a superfície depois de dispersas (LELIEVELD et al., 2016). A sujeira é coletada com o auxílio de uma pá ou com aspiração a vácuo.

Escovas e vassouras funcionam bem em pisos de superfície semi-lisa, pois proporcionam uma maneira mais rápida de remover sujidades pouco aderidas e evitar a acumulação de detritos mais pesados (LELIEVELD et al., 2016).

As escovas devem ser exclusivas para cada setor ou tipo de produto, utilizando de diferentes cores ou identificação escrita para diferenciação, porque elas podem se tornar fonte de contaminação cruzada entre produtos ou matérias-primas. Da mesma forma, a limpeza das escovas deve ser frequente para o não aprisionamento de resíduos entre as cerdas, sendo assim, cerdas absorventes não devem ser utilizadas, pela impossibilidade da sua correta higienização (LELIEVELD et al., 2016).

O design higiênico das escovas é um item importante a ser observado. Smith (2016), demonstrou que sujidades podem permanecer presas às escovas mesmo após higienização adequada. Para tal feito, as escovas foram contaminadas com loção sensível a UV e posteriormente lavadas, uma análise exterior e de um corte transversal da escova revelou a presença da loção UV em várias partes da ferramenta, principalmente nos furos de fixação das cerdas.

As escovas que possuem filamentos de cerdas grampeadas a furos no bloco de plástico, modelo mais tradicional, criam depósitos de sujeira. A fim de evitar esse problema, algumas empresas, como a Vikan (conforme mostra a figura 2), apresentam escovas moldadas, sem a presença de furos ou grampos que minimizem a deposição de resíduos no utensílio de limpeza (SMITH, 2016).

Figura 2: Escova para limpeza a seco com design higiênico.



Fonte: Vikan, 2022.

Algumas indústrias de fabricação de produtos secos de alto risco, como fórmulas infantis, utilizam cada escova de limpeza somente uma vez, para evitar completamente a possibilidade de contaminação cruzada entre lotes, por meio das escovas. Obviamente, esta é uma prática dispendiosa, mas que tem garantido a segurança para este grupo de consumidores (SMITH, 2016).

A qualidade das escovas deve ser observada, assim como o uso prolongado precisa ser evitado, para que não haja o desprendimento das cerdas e provoque contaminação por corpos estranhos. Escovas com cerdas de poliéster são uma boa opção, visto que este é um material resistente e não absorvente (FARIA, 2010).

Se os detritos estiverem completamente secos, deve-se usar uma escova de cerdas macias, que manterá ao mínimo a quantidade de poeira transportada pelo ar. Se os detritos estiverem úmidos, como em uma padaria quando os óleos foram adicionados à farinha, então a escova deve ter cerdas médias. Quando os detritos estiverem molhados ou muito pesados, o uso de uma escova de cerdas duras é recomendado (MIDDLETON et al., 2003).

## 6.2. RASPAGEM

As espátulas de raspagem possuem apenas uma lâmina, podendo ser de plástico ou de aço inoxidável (figura 3). Ela é pressionada angularmente contra a superfície, forçando o desprendimento de sujidades através de raspagem e fricção. A técnica é a mais efetiva para resíduos fortemente aderidos à superfície. A sujeira desprendida é coletada com o auxílio de uma escova e uma pá ou com aspiração (LELIEVELD et al., 2016).

O uso de um tipo de raspador incorreto pode danificar a superfície de contato do produto, causando arranhões e/ou desprendimento de plástico do próprio raspador.

Os raspadores devem ser selecionados corretamente para o tipo de sujeira e superfície a ser limpa. Por exemplo, raspadores de aço inoxidável devem ser usados para superfícies ásperas e elevadas, mas não para superfícies do tipo plástico, como correias transportadoras. Para este último, raspadores de polipropileno devem ser usados. Raspadores de plástico não devem ser usados para superfícies ásperas e elevadas, pois o plástico das lâminas podem ser facilmente danificadas nestas superfícies (MIDDLETON et al., 2003).

Figura 3: Raspadores para higienização de aço inoxidável e de plástico.



Fonte: Vikan, 2022.

O estudo de Chen et al. (2022) comparou a utilização de espátula de raspagem e de escova para a retirada de leite em pó desnatado e farinha de trigo aderidos a superfície de aço inoxidável 316L. Além disso, foram observados os impactos da umidade relativa do ambiente sobre a eficácia dos métodos de limpeza. Para a padronização dos tratamentos de raspagem e escovação, utilizou-se uma plataforma motorizada e ajustável, para garantir uma escovação pariforme e um contato consistente entre a ferramenta e a superfície. Os resultados da limpeza foram obtidos através de análise de ATP por swab de superfície e teste de proteína da superfície.

Para a retirada de farinha de trigo, sob todas as condições de aw testadas, o número de passadas de pincel necessárias para atingir o "estado limpo" (momento em que a diferença de massa entre duas passagens consecutivas da ferramenta de limpeza foi  $<0,5$  mg), foi menor que o número de passadas de raspador. No entanto, para a retirada de leite em pó, foram necessárias duas a quatro passadas da escova ou raspador para atingir o estado limpo, quando a aw era de 0,16, 0,22, 0,69; entretanto para aw de 0,81, o raspador foi mais eficiente (CHEN et al., 2022).

A raspagem demonstrou ser mais eficaz na remoção de sujeira fortemente aderente, pois proporciona maior força de cisalhamento. O alto teor de proteína no leite também pode ter influenciado, dificultando a retirada do resíduo (CHEN et al., 2022).

### 6.3. ASPIRAÇÃO A VÁCUO

A aspiração é realizada com um sistema coletor operado com vácuo permanente, que pode estar localizado centralmente com mangueiras de sucção em locais estratégicos ou pode utilizar equipamento de transporte. O processo consiste na remoção de sujidades secas indesejáveis, caso seja necessário o desprendimento do alimento da superfície, utiliza-se outra técnica previamente (BURNETT & HAGBERG, 2014).

Diferentes ferramentas e bicos de sucção (escova redonda, cone de fenda ou bico de piso) podem ser acoplados a mangueira do equipamento, para facilitar a limpeza conforme o local desejado. Os bicos ou ferramentas do coletor devem ficar a uma distância de aproximadamente 1 ou 2 cm acima da superfície, de modo a criar um fluxo de sucção máximo (LELIEVELD et al., 2016).

O sistema de aspiração central pode ser utilizado para coleta constante e simultânea com a produção, em vários pontos da linha de produção, de forma a minimizar o acúmulo de poeira em sistemas abertos. Além disso, pode ser mantido apenas as mangueiras de sucção na área interna da produção de alimentos, e o sistema (unidade de aspiração, de filtragem e de exaustão) pode ser instalado fora do ambiente de produção, onde o resíduo pode ser facilmente descartado ou recuperado. No entanto, caso o sistema central não seja limpo frequentemente, ele estará propenso ao abrigo de insetos (BURNETT & HAGBERG, 2014; PODOLAK & BLACK, 2017).

O diâmetro das mangueiras também deve ser cuidadosamente escolhido. Para a limpeza de equipamentos e bancadas, pode ser utilizado mangueiras com diâmetro pequeno, como 2,5 cm, pois transportam bem as partículas mais pesadas, em função da alta velocidade do ar, mas são mais suscetíveis à obstrução. A limpeza de pisos, paredes e tetos pode ser realizada com mangueiras de diâmetro de 3,5 cm, pois podem recolher grandes volumes de derramamentos de poeiras

finas, que terão menor peso e pouco acúmulo na tubulação (LELIEVELD et al., 2016).

Assim como o diâmetro das mangueiras, a escolha do filtro para o aspirador de cada área também é importante. Um filtro HEPA (High Efficiency Particulate Air) possui 99,97% de eficiência na remoção de partículas e bactérias que tenham tamanho de até 0,3  $\mu\text{m}$ , sendo indicado para a maioria das áreas, como pisos e superfícies de contato com o alimento. Um filtro ULPA (Ultra Low Penetration Air) retém 99,999% das partículas e bactérias que tenham até 0,12  $\mu\text{m}$ , portanto é indicado para usos bem específicos dependendo da natureza do produto (CHEN et al., 2009; ZHOU & SHEN, 2007).

As unidades de coleta de resíduos necessitam de limpeza frequente, devendo ser esvaziadas pelo menos uma vez ao dia, a fim de evitar o acúmulo de resíduos alimentícios, retenção de umidade e de microrganismos, reduzindo os problemas de contaminação e evitando risco de explosão no sistema central. Todas as unidades de vácuo devem ser inspecionadas regularmente quanto à presença de microrganismos. A limpeza úmida dos coletores de pó não é recomendada porque a umidade aumenta o risco de crescimento microbiano e o acúmulo de poeiras finas nas paredes.

No sistema central, haverá maior comprimento de rede de tubos, o que dificulta a limpeza em relação a equipamentos individuais. No entanto, os equipamentos individuais podem servir de fonte de contaminação cruzada entre setores, portanto deve ser exclusiva de cada setor ou matéria-prima.

A limpeza com aspiração a vácuo é preferível à limpeza com escova, porque reduz o problema de transferência de poeira para outras áreas da indústria, apesar de muitas vezes se fazer necessário o uso das duas técnicas em conjunto para obter desprendimento dos resíduos.

#### 6.4. LENÇOS UMEDECIDOS EM ÁLCOOL

Este método de limpeza a seco utiliza toalhetes descartáveis sem perfume (toalhas e panos de microfibras) com alto teor de álcool isopropílico a 70% v/v ou lenços umedecidos com baixo teor de desinfetante. Pode-se acrescentar o álcool ao toalhete no momento do uso ou é possível a compra de lenços previamente umedecidos com biocidas, estes últimos devem ser retirados da embalagem

somente no momento da utilização, para evitar evaporação excessiva do fluido (LELIEVELD et al., 2016).

A limpeza com lenços umedecidos é rápida, eficaz e de fácil gerenciamento. O álcool fornece um amplo espectro de ação bactericida, eliminando a maioria dos patógenos, e possui uma taxa de evaporação rápida deixando a superfície seca após a limpeza.

Quando houver sujidades grosseiras sobre a superfície, elas precisam ser removidas previamente por outro método de limpeza de recolhimento, porque a alta quantidade de moléculas orgânicas pode reduzir a eficácia dos lenços umedecidos. A utilização dos lenços umedecidos não é indicada para remover grandes derramamentos ou grandes áreas de contato com o alimento, pois a limpeza com os mesmos é bastante trabalhosa (LELIEVELD et al., 2016).

A utilização de lenços e toalhetes azuis (figura 4) minimiza a permanência de pedaços que possam ter sido arrancados do lenço durante a limpeza, pois serão facilmente localizados em função da cor. Para prevenção de contaminação física, também é necessário que os lenços sejam de tamanho adequado e fortes o suficiente para não rasgarem caso fiquem presos no equipamento.

O estudo de Jackson & Al-Taher (2010), avaliou a eficácia de limpeza de diversas superfícies contaminadas com resíduos alergênicos de leite, ovos, amendoim e soja, comparando a utilização de aspiração a vácuo e de lenços umedecidos em álcool. Para a avaliação da limpeza, pastas contendo 1000 µg/Kg dos resíduos foram aquecidas a 80°C por 1 hora sobre placas de aço inoxidável, de Teflon e de uretano, para que formassem um resíduo de alimento cozido. Estas placas foram limpas com lenços umedecidos e com aspiração, além disso, placas com 3 g de resíduo alergênico não expostas a aquecimento foram limpas com aspiração. Todos os experimentos foram realizados em quadruplicata.

Através de testes ELISA e swab de proteína, constatou-se que os lenços umedecidos foram capazes de remover os alimentos cozidos, mas a análise de ATP por swab detectou presença dos alérgenos em todos os casos. A aspiração a vácuo dos resíduos cozidos não foi eficiente, por não possuir capacidade de desprender os resíduos e foi detectada a presença de alimentos em todos os testes analíticos. Quando realizou-se a aspiração dos resíduos secos, as placas ficaram limpas visualmente, mas os testes analíticos detectaram a presença de alérgenos (JACKSON & AL-TAHER, 2010). Portanto, quando deseja-se garantir a retirada de

alergênicos das superfícies, para posterior produção de um alimento sem contaminação, estes métodos podem não ser eficazes.

Figura 4: Lenços descartáveis sem perfume para limpeza industrial.



**Fonte:** Pano certo, 2022.

## 6.5. SOPRO COM AR COMPRIMIDO

Com a utilização de uma pistola, o ar comprimido pode ser soprado sobre superfícies de difícil acesso, com a finalidade de levantar e retirar as sujidades de determinada superfície e deslocá-la para uma superfície em que sua coleta será facilitada (LELIEVELD et al., 2016). O ar comprimido pode ser utilizado para desalojar incrustações e poeiras em cantos, pequenos espaços e ranhuras. Essa técnica necessita ser associada com alguma outra que realize a aglomeração e coleta dos rejeitos.

Caso o método seja aplicado em uma área com muita quantidade de poeiras finas, facilmente haverá formação de nuvem de poeira, as quais se reinstalam em locais de difícil acesso, ou contaminam áreas limpas (LELIEVELD et al., 2016; MAGER et al., 2001). Locais com alto conteúdo de poeira fina podem vir a sofrer explosão de poeira, em função disso a técnica deve ser evitada em algumas indústrias, como os moinhos de farinha, nestes casos é recomendado utilizar um aspirador de pó certificado (SOUZA, 2021).

A alta velocidade com que o ar é empregado sobre a superfície poderá dispersar alérgenos, bactérias e poeiras finas existentes no ambiente circundante.



Portanto, o seu uso é recomendado apenas para locais específicos e de difícil acesso, sendo assim, pode ser utilizado mangueiras curtas para restringir o uso do ar comprimido para limpeza. Não é recomendado a utilização de ar comprimido para a limpeza de pisos, em função da grande contaminação microbiana que podem causar nos equipamentos do local.

Por fim, o ar comprimido utilizado para a limpeza dos equipamentos deve ser seco, filtrado e de qualidade alimentar, atendendo a ISO 8573-1:2010, de acordo com a Classe de Qualidade de Ar comprimido 1.1.1–1.3.1. Os coletores de água do sistema de desumidificação do ar comprimido podem ser incluídos no programa de monitoramento microbiológico e ambiental da empresa, investigando a presença de *Enterobacteriaceae* e *Salmonella* no ar (CHEN et al, 2009).

## 6.6 JATEAMENTO ABRASIVO

Procedimento que visa a remoção de resíduos fortemente aderidos à superfície, como resquícios de óleo queimado, excesso de graxa em rolamentos e poeira endurecida. O jateamento pode ser realizado com bicarbonato de sódio, carbonato de cálcio e o mais comum, dióxido de carbono sólido (gelo seco) (BURNETT & HAGBERG, 2014) ou os primeiros podem ser utilizados como aditivos ao gelo seco para proporcionar maior penetração ao resíduo.

As principais vantagens da utilização do jateamento com gelo seco incluem, alta velocidade do processo de limpeza, baixa abrasividade, utilização de pequena quantidade de água e ausência de resíduos secundários devido à sublimação do CO<sub>2</sub> (MÁSA et al., 2021).

A limpeza com dióxido de carbono sólido é eficaz contra incrustações, devido ao impacto dos pellets de CO<sub>2</sub> (no formato e tamanho de grãos de arroz) com a superfície. Os pellets atingem a superfície com uma velocidade superior a 100 m/s, penetrando ou se aderindo ao resíduo. Ocorre então, um processo endotérmico de sublimação, o que ocasiona um choque térmico no resíduo e também uma expansão volumétrica do CO<sub>2</sub>, levantando os produtos pegajosos da superfície, os quais também sofreram perda de elasticidade e fragilização com o processo. Cria-se fissuras na superfície do resíduo o que facilita a adesão do gelo seco e acelera o processo de limpeza. Por fim, o CO<sub>2</sub> que é quimicamente inerte em condições

atmosféricas, sublima completamente, sem a permanência de vestígios no meio (LELIEVELD et al., 2016).

Proch et al. (2001), investigaram a eficácia da limpeza com gelo seco, através da contaminação intencional de placas de nióbio. As placas de nióbio foram contaminadas com esferas de látex, partículas de óxido metálico, aço inoxidável, ferro e cobre. O efeito de limpeza foi quantificado por meio de um microscópio de varredura por emissão de campo e um microscópio óptico. O número de partículas residuais foi reduzido significativamente e não foram observados danos na superfície de nióbio após a limpeza com gelo seco.

O jateamento com gelo seco provou remover acúmulos expressivos de biofilme de *Listeria* sp. e *Salmonella* spp. (FOSTER, 2012). No entanto, o jateamento com gelo seco pode causar a formação de condensações nas superfícies circundantes, portanto deve ser minimizada a sua utilização em áreas secas. A eficácia da limpeza depende do tipo de superfície, geralmente a taxa de limpeza é menor em solos elásticos e macios (BURNETT & HAGBERG, 2014).

## 7. DESINFECÇÃO A SECO

A desinfecção é uma etapa primordial para obtenção de alimentos seguros, sendo realizada obrigatoriamente após a limpeza da superfície. Trata-se da redução de microrganismos da superfície, ar ou água, por meio de métodos físicos, agentes biológicos ou agentes químicos, a um nível que não comprometa a segurança ou adequação do alimento (CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION, 2011). Em ambientes de produção secos, bem como em alimentos com  $a_w < 0,85$ , células bacterianas vegetativas e esporos bacterianos ou fúngicos podem sobreviver por longos períodos, e apresentar risco biológico quando o alimento for reidratado ou umidificado (BEUCHAT et al., 2011).

A desinfecção com agentes aquosos pode manter a linha de processo molhada por muito tempo, devido a necessidade de enxágue abundante, o que também gera uma grande quantidade de água residual. Para utilização de desinfecção tradicional em uma linha de produtos secos, é necessário que o equipamento esteja completamente seco antes de ser montado e utilizado novamente, o que pode consumir muito tempo entre as bateladas (LELIEVELD et al.,

2016).

Os métodos de desinfecção empregados dependem do objetivo de redução de microrganismos, do projeto do equipamento e da natureza do resíduo. Portanto, é importante que seja feita a validação do método por meio de swab de superfície, para comprovação de que a higienização a seco é eficiente neste processo. Os métodos de desinfecção não englobam agentes de limpeza, o que significa que as superfícies devem estar limpas, livres de resíduos orgânicos, para que se obtenha êxito com os agentes de desinfecção.

Conforme Czarneski et al. (2012), para que seja alcançada uma descontaminação bem-sucedida em um equipamento, os agentes químicos ou físicos precisam atender os quatro componentes primordiais:

- Boa distribuição do agente antimicrobiano, atingindo todos locais do equipamento;
- Boa penetração do agente antimicrobiano, descontaminando a superfície;
- Tempo de contato suficiente;
- Concentração adequada para a redução dos microrganismos presentes.

A tabela 2 mostra os principais métodos e compostos ativos que podem ser utilizados para desinfecção a seco, abordando o custo, espectro de ação antimicrobiana, bem como as vantagens e desvantagens de cada método.

Tabela 2: Principais métodos físicos e químicos para desinfecção a seco.

<b>Método de desinfecção</b>	<b>Custo</b>	<b>Espectro de ação</b>	<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
<b>Calor</b>	Alto	Vírus, fungos, bactérias e esporos	Não gera resíduos químicos Alcança todas as superfícies dos componentes	É necessário pré-aquecimento Não efetivo quando há grande carga orgânica Não pode ser utilizado em borrachas e plásticos
<b>Álcool etílico ou Álcool isopropílico</b>	Baixo	Bactérias vegetativas e vírus	Rápida evaporação Não gera resíduos químicos	Estável contra reação com matéria orgânica Corrosivo para borracha e plástico Altamente inflamável
<b>Óxido de etileno</b>	Alto	Vírus, fungos, bactérias e esporos	Não degrada o plástico	Tóxico Altamente explosivo
<b>Peróxido de hidrogênio</b>	Moderado	Vírus, bactérias, micobactérias, fungos e esporos	Eficaz contra biofilme em maior concentração Compatível com metais, plástico e circuitos eletrônicos	Decompõe-se em altas temperaturas Causa danos em elastômeros Tóxico em altas concentrações

<b>Ozônio</b>	Baixo	Bactérias vegetativas, vírus e micotoxinas	Não gera resíduos químicos	Instável Suscetível a materiais orgânicos e altas temperaturas
<b>Dióxido de cloro</b>	Alto	Bactérias, fungos e vírus	Pouco afetado pela condição alcalina	Corrosivo em aço inoxidável Tóxico Explosivo em altas concentrações

Fonte: Adaptado de Podolak & Black (2017, pg. 95).

## 7.1 CALOR

A desinfecção por calor pode ocorrer através de vapor seco saturado, ar quente ou água quente, sendo que este último não pode ser utilizado em linhas de processamento a seco. No entanto, o calor é um desinfetante de alto custo, por consumir muita energia e tempo. Afinal, a eficiência do calor depende da umidade, da temperatura e do tempo de exposição dos equipamentos ou utensílios, além de que a planta precisa permitir que o calor alcance todas as áreas (MARRIOTT, 1997).

- **Vapor seco**

A desinfecção utilizando vapor seco se dá pelo emprego de vapor superaquecido de baixa umidade (no máximo 5%), a uma temperatura de até 100°C, sendo que em alguns casos a desinfecção pode ser alcançada com a exposição da superfície por 1 minuto a 85°C (LELIEVELD et al., 2016). Para alcançar a temperatura de tratamento, muitas vezes é necessário deixar o equipamento em pré-aquecimento por um tempo até que seja alcançada a temperatura de eliminação dos microrganismos patogênicos frequentemente encontrados no equipamento ou alimento.

O calor de condensação causa desnaturação de proteínas citoplasmáticas, inativando células enzimáticas e destruindo os microrganismos. A presença de resíduos orgânicos nas superfícies, como sal e proteínas, poderá servir de camada protetora para os microrganismos e dificultar sua remoção, bem como o resíduo poderá ser queimado na superfície devido à alta temperatura (LELIEVELD et al., 2016).

Song et al. (2012) avaliaram a eficácia de desinfecção de biofilmes com um sistema de geração de vapor seco, em diferentes superfícies (cupom com 10 mm de diâmetro): cerâmica, aço inoxidável, policarbonato e borracha. Uma redução de 4 log

UFC/cupom (99,99% de morte) foi alcançada com um tratamento de 5 segundos de vapor seco na superfície de policarbonato. Comparou-se a eficácia de desinfecção por vapor seco e por hipoclorito de sódio 10 ppm, em superfície de policarbonato com formação de biofilme de *Escherichia coli*. O estudo mostrou que o nível de desinfecção atingido pelo reagente químico em 10 minutos, foi menor que o atingido pelo vapor seco em apenas 1 minuto.

- **Calor seco**

A desinfecção por calor seco com o uso de ar quente requer temperaturas bastante altas, ou longos tempos de exposição para que se obtenha a inativação microbiana, o que pode tornar o processo pouco eficiente, quando comparado ao uso de vapor saturado.

McKelvey & Bodnaruk (2011), analisaram a eficácia do calor seco na redução de *Salmonella* spp. aderidas em aço inoxidável, e concluíram que é necessário longos períodos de tempo (2 e 4 horas), nas temperaturas avaliadas (100 e 90 °C respectivamente), para que seja alcançada esterilidade comercial. Além disso, também comprovaram que sujidades orgânicas podem influenciar negativamente na inativação microbiana por calor seco.

A inativação com ar quente é mais conveniente para materiais estáveis ao calor, mas que não podem ser esterilizados por vapor saturado. A desinfecção de componentes de equipamentos ou utensílios desmontáveis podem ser realizados em fornos, sem que haja geração de resíduos químicos (LELIEVELD et al., 2016).

O calor seco por condução atinge todas as superfícies dos equipamentos ou utensílios, mesmo que eles não possam ser desmontados de forma a ficarem com todas as superfícies expostas. Contudo, ele não pode ser aplicado em plásticos e artigos de borracha, porque as temperaturas utilizadas são muito altas para estes materiais, havendo risco de degradação (SANDLE, 2013).

Para validação do processo de desinfecção por calor seco é recomendado utilizar cepas de esporos de *Bacillus atrophaeus* (ATCC 9372 ) como indicador de eficiência, com uma população de 10<sup>6</sup> esporos, os quais são inativados a 160°C (SANDLE, 2013; TERRAGENE, 2022). Endotoxinas também podem ser inativadas com temperaturas acima de 170°C (SANDLE, 2013).

## 7.2 DESINFETANTES À BASE DE ÁLCOOL

Os desinfetantes à base de álcool são muito eficazes, principalmente por sua propriedade de secagem rápida e não produção de resíduos químicos ou efluentes. Para tal fim, pode ser utilizado o álcool etílico ou álcool isopropílico, ambos possuem espectro de ação bactericida e virucida, mas não esporicida. A concentração ideal de solução é de 60-90% em água (v/v). Em função da sua rápida evaporação, o produto pode ser pulverizado imediatamente antes da operação, e dentro de 10 minutos a linha está seca e pronta para funcionar (LELIEVELD et al., 2016).

Outra opção de produto a base de álcool comumente utilizado em equipamentos de produção de alimentos secos, é composto por aproximadamente 150 ppm de compostos de amônio quaternário (CAQ) e álcool isopropílico (AIP), este produto também proporciona uma secagem rápida (BURNETT & HAGBERG, 2014).

A eficácia antimicrobiana do CAQ AIP foi estudada por Du et al. (2010), que avaliaram a redução de *Salmonella* spp. em poeira fina gerada pelo descascamento industrial de amêndoas ( $a_w$  de 0,44). Imediatamente após a adição de CAQ AIP (200 ppm, 58,6% álcool isopropílico) houve redução de *Salmonella* a níveis abaixo do limite de detecção (1,3 log UFC/g) com diminuição de  $> 3,9$  log UFC/g. A aplicação de CAQ AIP em uma amostra de poeira de descasque (com maior concentração de sacarose) demonstrou que a população microbiana permaneceu em declive com maior tempo de exposição ao desinfetante (30°C por 48 horas), apesar da substancial presença de carga orgânica.

O estudo também avaliou a aplicação de álcool isopropílico isoladamente, em concentrações de 10 a 60%, para redução de *Salmonella* spp. (inóculo inicial de 4,7 log UFC/g) em poeira de amêndoas. Em concentrações  $\geq 20\%$ , as populações de *Salmonella* diminuíram para  $< 1,3$  log UFC/g após 48 h; e concentrações  $\geq 50\%$  obtiveram uma redução imediata para  $< 1,3$  log UFC/g (DU et al, 2010).

Desinfetantes à base de álcool, devem ser aplicados somente após a limpeza da superfície, evitando a presença de grande carga orgânica, a qual dificulta a ação antimicrobiana, além de umedecer o resíduo seco que poderá umidificar alimentos ou resíduos subsequentes e propiciar o crescimento microbiano (PODOLAK & BLACK, 2017).

Contudo, os desinfetantes a base de álcool são inflamáveis e não devem ser usados próximo ao fogo, ignição por faísca e fontes com temperatura muito alta, como fornos (LELIEVELD et al., 2016). A utilização do produto com um fluxo impulsionado por dióxido de carbono mitiga esse risco e fornece uma boa cobertura de superfície (BURNETT & HAGBERG, 2014).

### 7.3 AGENTES ANTIMICROBIANOS GASOSOS

Existem diferentes agentes gasosos disponíveis para desinfecção em indústrias alimentícias, como o óxido de etileno, peróxido de hidrogênio, ozônio e dióxido de cloro. Os desinfetantes gasosos são eficazes para eliminação microbiana em superfícies, contudo, a presença de resíduos orgânicos nas mesmas impede uma desinfecção correta (LELIEVELD et al., 2016).

A aplicação de antimicrobianos gasosos requer a vedação e isolamento do local de aplicação, a fim de manter a quantidade gasosa necessária para que se atinja a letalidade microbiana. Depois da desinfecção, é preciso aeração dos equipamentos, para retirada dos gases a um nível seguro (LELIEVELD et al., 2016).

Os tratamentos com agentes gasosos são recomendados para casos que não é possível atingir todas as superfícies com outros tratamentos (quando há superfícies de difícil acesso) e para a restauração do nível higiênico (a níveis microbianos indetectáveis) de um ambiente ou equipamento após um imprevisto com contaminação excessiva (CZARNESKI et al, 2012; BURNETT & HAGBERG, 2014). O processo não é indicado para desinfecção rotineira, em função da exposição dos funcionários a compostos potencialmente tóxicos, do dispendioso sistema de geração e manuseio de gás, bem como da necessidade de contenção da área de descontaminação (BURNETT & HAGBERG, 2014).

## 8. CONCLUSÕES

A prática de higienização a seco, composta por limpeza e desinfecção, é recomendada apenas para indústrias de alimentos que beneficiam ou produzem alimentos de baixa atividade de água, os quais podem absorver umidade do equipamento (caso seja higienizado com água), deteriorando o alimento

rapidamente ou possibilitando a sobrevivência de patógenos. Registros de surtos alimentares envolvendo alimentos secos evidenciam a necessidade do controle de umidade e a realização de desinfecção adequada na área de processamento.

Sugere-se que as ferramentas de limpeza sejam separadas por áreas de processamento, com um sistema de identificação por cores, a fim de evitar contaminação cruzada entre setores e produtos. Após o uso, as ferramentas também precisam ser limpas, desinfetadas e armazenadas em local apropriado. As unidades de coleta de resíduos por aspiração a vácuo são as mais versáteis e de fácil utilização, elas também precisam ser separadas por setores e necessitam de limpeza diária, a fim de evitar o acúmulo e multiplicação de microrganismos em seu interior.

O principal método físico para desinfecção a seco é o calor, que pode ser facilmente aplicado em utensílios e partes removíveis de equipamentos de metal. Dentre os métodos químicos, os desinfetantes à base de álcool são os que apresentam menor custo e podem ser aplicados diariamente pelos funcionários, até mesmo entre bateladas. Porém, os mais eficazes por apresentar um amplo espectro de ação são o peróxido de hidrogênio e ozônio, mas esses precisam ser aplicados em áreas vedadas e isoladas.

Em virtude da não existência de legislação específica, este estudo facilitará a escolha dos métodos para a higienização de equipamentos e instalações de baixa umidade. A eficiência das técnicas de limpeza e desinfecção são dependentes das características da linha de processamento e do alimento que será produzido, portanto, é imprescindível a validação, verificação e monitoramento constante dos resultados.



## 9. REFERÊNCIAS

ABNT NBR ISO 14159. Segurança das máquinas — Requisitos de higiene para o projeto das máquinas. **Norma Brasileira**. 2010.

AURÉLIO. **Dicionário da Língua Portuguesa**. Maralto Edições, 8ª edição. 2020.

AZEVEDO, L.G.; MOURA, L.R.; SOUKI, G.Q. Escolhendo um Restaurante: atributos importantes e suas respectivas dimensões consideradas no processo de decisão do consumidor. **Revista Turismo em Análise - RTA**. São Paulo, 2017. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rt/article/download/121322/134014>. Acesso em abril de 2022

BEUCHAT, L. et al. Persistence and Survival of Pathogens in Dry Foods and Dry Food Processing Environments. **Report of an International Life Science Institute expert group**. Belgium, 2011. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/292739047\\_Persistence\\_and\\_survival\\_of\\_pathogens\\_in\\_dry\\_foods\\_and\\_dry\\_food\\_processing\\_environments](https://www.researchgate.net/publication/292739047_Persistence_and_survival_of_pathogens_in_dry_foods_and_dry_food_processing_environments). Acesso em março de 2022.

BRASIL. **Instrução Normativa N° 60, de 23 de dezembro de 2019**. Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos. Brasília, 2019. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-60-de-23-de-dezembro-de-2019-235332356>.

BRASIL. **Manual técnico de diagnóstico laboratorial de Salmonella spp.: diagnóstico laboratorial do gênero Salmonella**. Secretaria de Vigilância em Saúde, Fundação Oswaldo Cruz. Laboratório de Referência Nacional de Enteroinfecções Bacterianas, Instituto Adolfo Lutz. Brasília, 2011. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/publicacoes-svs/doencas-diarreicas-agudas/manual-tecnico-de-diagnostico-laboratorial-das-salmonella-spp.pdf/view>. Acesso em março de 2022.

BRASIL. **RDC N° 12, de 2 de janeiro de 2001**. Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos. 2001. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2001/res0012\\_02\\_01\\_2001.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2001/res0012_02_01_2001.html).

BRASIL. **RDC N° 331, de 23 de dezembro de 2019**. Padrões microbiológicos de alimentos e sua aplicação. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-rdc-n-331-de-23-de-dezembro-de-2019-235332272>.

BRASIL. **Resolução RE nº 3.673, de 24 de setembro de 2021**. Pimenta do reino moída contaminada com Salmonella spp. Disponível em: <https://alimentusconsultoria.com.br/pimenta-do-reino-moida-contaminada-com-salmonella-spp/>.

BRASIL. Surtos de doenças de transmissão hídrica e alimentar no Brasil – Informe 2022. **Ministério da Saúde**, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/d/doencas-de-transmissao-h>

idrica-e-alimentar-dtha/arquivos/apresentacao-surtos-dtha-2022.pdf. Acesso em abril de 2022.

BURNETT, S. L. & HAGBERG, R. Dry Cleaning, Wet Cleaning, and Alternatives to Processing Plant Hygiene and Sanitation. **The Microbiological Safety of Low Water Activity Foods and Spices**. New York, 2014. Disponível em: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4939-2062-4\\_6](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4939-2062-4_6). Acesso em fevereiro de 2022.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. Code of Hygienic Practice for Powdered Formulae for Infants and Young Children. **Codex Alimentarius**, 2008. n. 2008, p. 1-29. Disponível em: [https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXC%2B66-2008%252FCXP\\_066e.pdf](https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXC%2B66-2008%252FCXP_066e.pdf). Acesso em maio de 2022.

CDC (Centers for Disease Control and Prevention). Cronobacter species isolation in two infants - New Mexico, 2008. **MMWR Morb Mortal Wkly Rep**. 2009 Oct 30;58(42):1179-83. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19875980/>. Acesso em abril de 2022.

CEBDS - Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável. Guia Da Produção mais limpa - faça você mesmo. **Rede de Produção Mais Limpa**. 2016. Disponível em: <https://cebds.org/wp-content/uploads/2016/09/Guia-Pra%CC%81tico-de-PmaisL.pdf>. Acesso em março 2022.

CHEN, Y. et al. Control of Salmonella in low-moisture foods. **Grocery Manufacturers Association (GMA)**, Association of Food, Beverage and Consumer Products Companies, Washington, DC. 2009. Disponível em: [http://graphics8.nytimes.com/packages/pdf/business/20090515\\_moss\\_ingredients/SalmonellaControlGuidance.pdf](http://graphics8.nytimes.com/packages/pdf/business/20090515_moss_ingredients/SalmonellaControlGuidance.pdf). Acesso em fevereiro de 2022.

CHEN, L.; RANA, Y.S.; ABIGAIL, D.R.H.; SNYDER. Environment, food residue, and dry cleaning tool all influence the removal of food powders and allergenic residues from stainless steel surfaces. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**. Volume 75, January 2022. Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466856421002782?casa\\_token=SKL-Embys50AAAAA:1km8DFsRMQWZ6SqnYK1CADGVhbx5uqm-K0V1LtJO4EuLYIR274-5qysbk7Q-ZHDDb7IOhZuSIQ](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466856421002782?casa_token=SKL-Embys50AAAAA:1km8DFsRMQWZ6SqnYK1CADGVhbx5uqm-K0V1LtJO4EuLYIR274-5qysbk7Q-ZHDDb7IOhZuSIQ). Acesso em fevereiro 2022.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. **Normas Internacionales de los Alimentos**. Principios Generales De Higiene De Los Alimentos. 2011. Disponível em: [https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXC%2B1-1969%252FCXC\\_001s.pdf](https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXC%2B1-1969%252FCXC_001s.pdf). Acesso em novembro de 2021.

CZARNESKI, M; HUGHES, M; OLIVEIRAS, J. Environmental monitoring and decontamination of food processing facilities. **Food Protect Trends**, 2012.

Disponível em:

[https://www.academia.edu/23927867/Environmental\\_Monitoring\\_and\\_Decontamination\\_of\\_Food\\_Processing\\_Facilities](https://www.academia.edu/23927867/Environmental_Monitoring_and_Decontamination_of_Food_Processing_Facilities). Acesso em março de 2022.

DU, WX; DANYLUK, MD; HARRIS, LJ. Efficacy of aqueous and alcohol-based quaternary ammonium sanitizers for reducing Salmonella in dusts generated in almond hulling and shelling facilities. **Journal of Food Science**. 2010. Disponível em: <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1750-3841.2009.01393.x>. Acesso em março de 2022.

DUFFEY, J.L. et al. General hygienic design criteria for the safe processing of dry particulate materials. **Trends in Food Science & Technology** 12. 2001. Disponível em: <http://www.food-info.net/uk/eng/docs/doc22.pdf>. Acesso em janeiro de 2022.

FARIA, M S L. Avaliação dos Conceitos e Procedimentos de Limpeza e Desinfecção em Estabelecimentos Alimentares. **Universidade Técnica De Lisboa**. 2010.

Disponível em:

<https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/1699/1/Avalia%C3%A7%C3%A3o%20dos%20conceitos%20e%20procedimentos%20de%20limpeza%20e%20desinfec%C3%A7%C3%A3o%20em%20estabelecimentos%20alimentares.pdf>. Acesso em fevereiro 2022.

FEI, Peng et al. Genotyping and Source Tracking of Cronobacter sakazakii and C. malonaticus Isolates from Powdered Infant Formula and an Infant Formula Production Factory in China. **Appl Environ Microbiol**. 2015 Aug; 81(16): 5430–5439. 2015. Disponível em:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4510195/>. Acesso em abril de 2022.

FOSTER, Robert W. **Carbon Dioxide (Dry-Ice) Blasting**. Chapter 2.9.5. 2012.

Disponível em:

<http://ecojetinc.com/ecopress/wp-content/uploads/2012/10/RobertWFoster.pdf>. Acesso em março de 2022.

ISO 8573-1:2010. **Compressed air — Part 1: Contaminants and purity classes**.

Disponível em: <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:8573:-1:ed-3:v1:en>. Acesso em março de 2022.

JACKSON, L.; AL-TAHER, F. Efficacy of Different Dry Cleaning Methods for Removing Allergenic Foods from Food-Contact Surfaces. **FDA CFSAN**, 2010.

Disponível em:

[https://www.researchgate.net/profile/Lauren-Jackson-3/publication/267548651\\_Efficacy\\_of\\_Different\\_Dry\\_Cleaning\\_Methods\\_for\\_Removing\\_Allergenic\\_Foods\\_from\\_Food-Contact\\_Surfaces/links/55b868ec08aed621de05cd77/Efficacy-of-Different-Dry-Cleaning-Methods-for-Removing-Allergenic-Foods-from-Food-Contact-Surfaces.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Lauren-Jackson-3/publication/267548651_Efficacy_of_Different_Dry_Cleaning_Methods_for_Removing_Allergenic_Foods_from_Food-Contact_Surfaces/links/55b868ec08aed621de05cd77/Efficacy-of-Different-Dry-Cleaning-Methods-for-Removing-Allergenic-Foods-from-Food-Contact-Surfaces.pdf). Acesso em janeiro de 2022.

JONES, G. et al. **Outbreak of Salmonella enterica serotype Poona in infants linked to persistent Salmonella contamination in an infant formula manufacturing facility**. France, 2018. Disponível em:

<https://www.eurosurveillance.org/content/10.2807/1560-7917.ES.2019.24.13.1900161?crawler=true>. Acesso em maio de 2022.

KRASZCZUK, Vanessa. Verificação do processo de higienização pré-operacional de um abatedouro de aves. **Universidade Federal do Rio Grande do Sul**. 2010.

Disponível em :

<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/28404/000770309.pdf?sequence=1>. Acesso em novembro de 2021.

LANG, Emilie; et al. Modeling the heat inactivation of foodborne pathogens in milk powder: High relevance of the substrate water activity. **Food Research International**. Volume 99, Part 1, September 2017, Pages 577-585. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez45.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S096399691730282X#bb0105>. Acesso em abril de 2022.

LANG, Emilie; SANT'ANA, Anderson S. Microbial contaminants in powdered infant formula: what is the impact of spray-drying on microbial inactivation? **Current Opinion in Food Science**. 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214799321001065#aep-article-footnote-id3>. Acesso em maio de 2022.

LELIEVELD, H L M; GABRIC, Domagoj, HOLAH, John. **Handbook of Hygiene Control in the Food Industry**. 2nd Edition - June 10, 2016. Acesso em janeiro de 2022.

MAGER, K. et al. General hygienic design criteria for the safe processing of dry particulate materials. **Trends in Food Science & Technology** **12**, 2001. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/263567976\\_General\\_hygienic\\_design\\_criteria\\_for\\_the\\_safe\\_processing\\_of\\_dry\\_particulate\\_materials](https://www.researchgate.net/publication/263567976_General_hygienic_design_criteria_for_the_safe_processing_of_dry_particulate_materials). Acesso em janeiro de 2022.

MARRIOTT, N.G. Essentials Of Food Sanitation. **Food Science Texts Series**. 1997. Acesso em fevereiro de 2022.

MÁSA, V.; HORNÁK, D.; PETRILÁK, D. Industrial use of dry ice blasting in surface cleaning. **Journal of Cleaner Production**. 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652621038087#bib13>. Acesso em janeiro de 2022.

MCKELVEY, P.J.; BODNARUK, P.W. Survival of Salmonella species on stainless steel exposed to dry heat. **IAFP Annual Meeting**, Milwaukee, WI. 2011. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/Survival-of-Salmonella-Species-on-Stainless-Steel-McKelvey-Bodnaruk/7a8e1476f949e2572934c195222a2ed48bbf7c04>. Acesso em março de 2022.

MIDDLETON, K. E.; HOLAH, J. T.; TIMPERLEY, A. W. **Guidelines for the hygienic design, selection and use of dry cleaning equipment**. Campden & Chorleywood Food Research Association Group. 2003. Disponível em:

<https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201300090384>. Acesso em janeiro de 2022.

NODERMAN. **FlexFilter EX, Sistema de Filtragem**. Disponível em: <https://www.nederman.com/pt-br/pws-catalog/p/flexfilter-separador-de-poeiras-de-alt-o-vacu/flexfilter-ex>. Acesso em fevereiro de 2022.

Norma ABNT NBR ISO 14159:2010. **Segurança das máquinas - Requisitos de higiene para o projeto das máquinas**. Disponível em: <https://www.target.com.br/produtos/normas-tecnicas/41632/nbriso14159-seguranca-d-as-maquinas-requisitos-de-higiene-para-o-projeto-das-maquinas>. Acesso em março de 2022.

NORONHA, João Freire de. **Manual de Higienização na Indústria Alimentar**. 2010. Disponível em: [http://www.esac.pt/noronha/manuais/Manual\\_higienizacao\\_aesbuc.pdf](http://www.esac.pt/noronha/manuais/Manual_higienizacao_aesbuc.pdf). Acesso em novembro de 2021.

PANO CERTO limpeza fácil. Disponível em: <https://www.panocerto.com.br/>. Acesso em maio de 2022.

PEI, Xiao Yan et al. The Survey of Cronobacter spp. (formerly Enterbacter sakazakii) in Infant and Follow-up Powdered Formula in China in 2012. **Biomedical and Environmental Sciences**. 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0895398816300216>. Acesso em abril de 2022.

PODOLAK, R. & BLACK, D. G. Control of Salmonella and Other Bacterial Pathogens in Low Moisture Foods. **Grocery Manufacturers Association**, 2017. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/318238308\\_Control\\_of\\_Salmonella\\_and\\_Other\\_Bacterial\\_Pathogens\\_in\\_Low\\_Moisture\\_Foods](https://www.researchgate.net/publication/318238308_Control_of_Salmonella_and_Other_Bacterial_Pathogens_in_Low_Moisture_Foods). Acesso em maio de 2022.

PROCH, D. Dry Ice Cleaning For Srf Applications. **The 10th Workshop on RF Superconductivity**, Tsukuba, Japan. 2001. Disponível em: [https://moam.info/dry-ice-cleaning-for-srf-applications\\_5a2063921723dd163212f760.html](https://moam.info/dry-ice-cleaning-for-srf-applications_5a2063921723dd163212f760.html). Acesso em janeiro de 2022.

SANDLE, T. Dry heat sterilisation. **Sterility, Sterilisation and Sterility Assurance for Pharmaceuticals**. Technology, Validation and Current Regulations. 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9781907568381500064>. Acesso em março de 2022.

SCHERRER, J.V.; MARCON, L.N. Formação de biofilme e segurança dos alimentos em serviços de alimentação. **Rasbran - Revista da Associação Brasileira de Nutrição**. São Paulo, 2016. Disponível em: <https://rasbran.com.br/rasbran/article/view/102/139>. Acesso em abril de 2022.

SCHMIDT, R.H.; ERICKSON, D.J.; SIMS, S.; WOLFF, P. Characteristics of Food Contact Surface Materials: Stainless Steel. **Food Protection Trends**. 2012. Disponível em:

[https://www.researchgate.net/publication/283969715\\_Characteristics\\_of\\_food\\_contact\\_surface\\_materials\\_Stainless\\_steel](https://www.researchgate.net/publication/283969715_Characteristics_of_food_contact_surface_materials_Stainless_steel). Acesso em fevereiro de 2022.

SILVA, Cynthia Sena da. Salmonella spp. em especiarias e temperos: desafios e medidas de prevenção. **Secretaria de Estado da Saúde**, Coordenadoria de Controle de Doença Instituto Adolfo Lutz. 2020. Disponível em: <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2020/12/1141129/programa-43-cynthia-sena-da-silva.pdf>. Acesso em abril de 2022.

SMITH, Dep. Decontamination of Food Industry Cleaning Brushware – a Matter of Hygienic Design. **Global R&D Manager/ Hygiene Specialist**, Vikan, pág 20 a 25, 2016. Disponível em: [https://www.foodprocessing.com/assets/wp\\_downloads/pdf/2016/FP1603-Remco-Special-Report.pdf#page=20](https://www.foodprocessing.com/assets/wp_downloads/pdf/2016/FP1603-Remco-Special-Report.pdf#page=20). Acesso em março de 2022.

SONG, L.; WU, J.; XI, C. Biofilms on environmental surfaces: Evaluation of the disinfection efficacy of a novel steam vapor system. **American Journal of Infection Control**. 2012. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0196655311013174>. Acesso em março de 2022.

SOON, J.M.; BRAZIER, A.K.M.; WALLACE, C.A. Determining common contributory factors in food safety incidents – A review of global outbreaks and recalls 2008–2018. **Trends in Food Science & Technology**. 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224419304510>. Acesso em março de 2022.

SOUZA, Luana Machado de. Classificação quanto a explosividade da área de um moinho de cavacos de madeira na indústria de painéis de madeira. **Universidade do Vale do Rio dos Sinos**. 2021. Disponível em: <http://www.repositorio.jesuita.org.br/handle/UNISINOS/10203?show=full>. Acesso em abril de 2022.

TERRAGENE. **Indicador biológico 48h para calor seco**. 2022. Disponível em: <https://terragine.com/pt/product/biological-indicator-bt30/>. Acesso em abril de 2022.

TOLEDO, Mettler. Reduza os Custos Operacionais Com Equipamentos com Design Higiênico. **White Paper**, 2016. Disponível em: [https://moodle.ufrgs.br/pluginfile.php/4807352/mod\\_resource/content/1/PI-Hygienic-Design-PT.pdf](https://moodle.ufrgs.br/pluginfile.php/4807352/mod_resource/content/1/PI-Hygienic-Design-PT.pdf). Acesso em março de 2022.

VIJ, V. et al. Recalls of Spices Due to Bacterial Contamination Monitored by the U.S. Food and Drug Administration: The Predominance of Salmonellae. **Journal of Food Protection**, Vol. 69, No. 1, 2006, Pages 233–237. Disponível em: <https://meridian.allenpress.com/jfp/article/69/1/233/171399/Recalls-of-Spices-Due-to-Bacterial-Contamination>. Acesso em março de 2022.

VIKAN. The Vikan Hygienic Hi-Flex Wall Bracket System, 2022. Disponível em: <https://www.vikan.com/int>. Acesso em maio de 2022.

ZHOU, B.; SHEN, J. Comparison Of HEPA/ULPA Filter Test Standards Between America And Europe. Fluid dynamic simulation of fibrous filter media. 2007.

Disponível em:

[https://www.researchgate.net/publication/237537750\\_Comparison\\_Of\\_HEPAULPA\\_Filter\\_Test\\_Standards\\_Between\\_America\\_And\\_Europe](https://www.researchgate.net/publication/237537750_Comparison_Of_HEPAULPA_Filter_Test_Standards_Between_America_And_Europe). Acesso em fevereiro de 2022.