

Faculdades Integradas de Patos
 Curso de Medicina
 v. 2, n. 3, out/dez 2017, p. 762-777
 ISSN: 2448-1394



HIGIENE, LIMPEZA E SANITIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS

HYGIENE, CLEANING AND SANITIZING OF EQUIPMENT

Bruna Rodrigues de Sousa
 Universidade Federal de Campina Grande – UFCG – Pombal – Paraíba - Brasil
brunasousa14@hotmail.com

Uyara Nunes de Medeiros Silva
 Universidade Federal de Campina Grande – UFCG – Pombal – Paraíba - Brasil
uyaranunes@hotmail.com

Luziene Rodrigues da Silva
 Faculdades Integradas de Patos – FIP – Patos – Paraíba - Brasil
luzienersilva@gmail.com

Giglielli Modesto Rodrigues Santos
 Faculdades Integradas de Patos – FIP – Patos – Paraíba - Brasil
gigliellirodrigues@gmail.com

Adriano Sant’Ana Silva
 Universidade Federal de Campina Grande – UFCG – Pombal – Paraíba - Brasil
adriano.santana@ccta.ufcg.edu.br

RESUMO

Objetivo: Realizar uma revisão integrativa da literatura em periódicos, que poderá servir como fonte de conhecimento para limpeza, desinfecção e sanitização de equipamentos utilizados por indústrias agroalimentares, sendo de grande valia aos acadêmicos e profissionais da área.

Métodos: A pesquisa do material foi desenvolvida de modo online na base de dados do periódico CAPES, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), nas bases de dados Scientific Electronic Library Online (SciELO) e Literatura Internacional em Ciências da saúde (MEDLINE). Os critérios para a seleção da amostra foram os estudos que abordavam no título ou no resumo a temática investigada e que a publicação esteja dentro do período 2000 a 2016.

Resultados: A partir do estudo foi observado que o processo de higienização é composto por procedimentos de limpeza onde há a remoção dos resíduos visíveis por ação física de esponjas, escovas e química através de detergentes das mais variadas composições; e de sanitização onde por meio de agentes físicos como calor úmido, calor seco, radiação ultravioleta, ionizante e agentes químicos como compostos clorados, iodoforos, peróxido de hidrogênio, ácido peracético, compostos de amônia quaternária, glutaraldeído, bem como as técnicas de esterilização do ar presente nos processos biotecnológicos que promovem uma redução ou eliminação dos microrganismos patogênicos há índices seguros.

Conclusões: Em síntese a existência de um programa de higienização é de fundamental importância para o andamento seguro de uma indústria.

Palavras-Chave: Programa de higienização. Desinfecção. Esterelização.

ABSTRACT

Objective: To carry out an integrative review of the literature in periodicals, which may serve as a source of knowledge for cleaning, disinfecting and sanitizing equipment used by agrifood industries, being of great value to academics and professionals in the area.

Methods: The research of the material was developed online in the database of the periodical CAPES, Virtual Health Library (VHL), Scientific Electronic Library Online (SciELO) and International Literature in Health Sciences (MEDLINE) databases. The criteria for the selection of the sample were the studies that approached in the title or the abstract the subject investigated and that the publication is within the period 2000 to 2016.

Results: From the study it was observed that the hygiene process is composed of cleaning procedures where there is the removal of the visible residues by the physical action of sponges, brushes and chemistry through detergents of the most varied compositions; And sanitizing where by means of physical agents such as moist heat, dry heat, ultraviolet, ionizing radiation and chemical agents such as chlorinated compounds, iodophores, hydrogen peroxide, peracetic acid, quaternary ammonium compounds, glutaraldehyde as well as the sterilization techniques of In the biotechnological processes that promote a reduction or elimination of pathogenic microorganisms, there are safe indices.

Conclusions: In short, the existence of a hygiene program is of fundamental importance for the safe progress of an industry.

Keywords: Sanitation program. Disinfection. Sterilization.

1. Introdução

Atualmente, os microrganismos são de grande importância para a indústria alimentícia, seja estes utilizados para a produção de iogurtes, queijos, pães, vinagres e ácidos orgânicos. A manutenção da qualidade dos produtos é um desafio para toda a cadeia produtiva, sendo o controle desses agentes imprescindível para evitar a sua proliferação e contaminação por produtos estranhos ao processo ou resíduos de processos anteriores e assim consequentemente evitar uma intoxicação alimentar aos consumidores e aos produtos, diminuição da vida de prateleira ¹⁻³.

Para garantir esta segurança dos consumidores, as empresas agroalimentares têm adotado progressivamente sistemas de gestão de segurança alimentar, onde são executadas não somente boas práticas para a produção do produto, mas medidas complementares de suporte que contribuem para garantir a segurança alimentar do mesmo, como a promoção de um programa de higienização das instalações, equipamentos, utensílios e superfícies que direta ou indiretamente entram em contato com os produtos. De acordo com ⁴ o primeiro ponto para o controle do processo industrial é a introdução e aplicação de programas de higienização ^{5,3}.

As medidas de execução para um programa de higienização de um estabelecimento industrial se encontram definidos no Decreto-Lei nº 67/98, onde explicitamente no capítulo IV, artigo nº 12 há um referencial sobre os requisitos relativos à limpeza e desinfecção de todos os materiais, utensílios e equipamentos que entrem em contato com os alimentos. Afirma que estes devem ser mantidos limpos, fabricados com materiais adequados e mantidos em boas condições de arrumação e em bom estado de

conservação, de modo a reduzir ao mínimo qualquer risco de contaminação dos alimentos ^{6,7}.

A higienização compreende duas etapas distintas, a limpeza que tem como objetivo fundamental remover os resíduos orgânicos e minerais aderidos às superfícies, como terra, poeira, gordura e outras sujidades e a sanitização que engloba a eliminação dos microrganismos patogênicos e a redução do número dos deteriorantes a níveis considerados seguros para a população humana ^{8-10, 3}.

Diante dos aspectos citados e os trabalhos disponíveis na literatura, que envolvem dados em seu escopo sobre as técnicas de higienização de equipamentos, o presente trabalho teve como objetivo realizar uma revisão integrativa da literatura em periódicos, que poderá servir como fonte de conhecimento para limpeza, desinfecção e sanitização de equipamentos utilizados por indústrias agroalimentares, sendo de grande valia aos acadêmicos e profissionais da área.

2. Métodos

A pesquisa do material foi desenvolvida de modo online na base de dados do periódico CAPES, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), nas bases de dados Scientific Eletronic Library Online (SciELO) e Literatura Internacional em Ciências da saúde (MEDLINE). Os critérios para a seleção da amostra foram os estudos que abordavam no título ou no resumo a temática investigada e que a publicação esteja dentro do período 2000 a 2016.

3. Resultados e discussões

A higienização é composta por procedimentos de limpeza e sanitização que não interfiram nas propriedades nutricionais e sensoriais dos alimentos, satisfaça os consumidores e que não ofereçam riscos à saúde humana. Este processo deve ser controlado constantemente pelo responsável do setor que entenda e conheça os pontos críticos da limpeza, de onde pode haver acúmulo de sujidades, de proliferação de microrganismos e de difícil acesso que vai depender da responsabilidade da equipe de limpeza. Os equipamentos devem estar em condições adequadas de conservação, funcionamento e limpeza, sob programa constante de manutenção preventiva ^{8,9,11,3}.

O processo de limpeza constitui a primeira etapa de um programa de higienização e é definido como sendo a retirada dos contaminantes visíveis da superfície de vidrarias e equipamentos através de ação física e ou química, pois estes servem de abrigo para desenvolvimento de microrganismos, onde alguns aspectos devem ser bem esclarecidos antes de seu início, como o tipo de sujidade, às características da água de dissolução, o

material de suporte, o tipo de limpeza, que interferem de modo primordial neste processo ^{5,2,3}.

O primeiro aspecto oriundo a este processo retrata sobre o tipo de sujidade a ser limpa, que geralmente é constituída por um aglomerado de partículas heterogêneas, que variam do ponto de vista da sua origem, natureza química, estrutura física e tamanho, podendo ser carboidratos, proteínas, gorduras e sais minerais que se encontram unidas entre si por uma substância normalmente designada por matriz. Entretanto independente da classificação utilizada é essencial conhecer as características de cada sujidade, pois este é um critério determinante para escolha do produto de limpeza a ser utilizado ^{5,12}.

O segundo fator a ser considerado num processo de limpeza é a água de dissolução dos produtos de limpeza, pois geralmente os produtos fornecidos pelo comércio são encontrados na forma de uma solução concentrada que necessita de ser diluída nas instalações agroalimentares, por água que não deve se apresentar dura ou muito dura, isto é, uma água com uma concentração elevada de íons cálcio (superior a 150 mg/L de CaCO₃), pois na maioria dos casos a água representa entre 90 a 95% da composição do produto e a presença de determinadas espécies iónicas, pode afetar a eficácia dos produtos de limpeza, provocando uma diminuição do poder detergente ^{5,13}.

Outro elemento a ser considerado é o tipo de suporte, ou seja, o tipo de superfície sobre a qual a sujidade pode se depositar ou aderir, como vidro, aço inoxidável, madeira e afins. Todas as superfícies, mesmo aquelas que normalmente são designadas como lisas como superfícies de aço inoxidável possuem uma determinada rugosidade. Ao contrário das superfícies de aço inoxidável, a madeira é um material que possui características que potencializam a fixação e o desenvolvimento de microrganismos, não sendo comumente utilizada pela indústria alimentar ^{5,3}.

O último elemento a ser considerado neste processo é o tipo de limpeza utilizada, que pode ser realizada pelo uso separado ou combinado de métodos físicos como calor, ação mecânica (esfregar), fluxo turbulento, limpeza a vácuo ou outros métodos sem o uso de água, e métodos químicos que utilizem detergentes ácidos, alcalinos ou enzimáticos ^{5, 2, 13}.

O processo de limpeza física é utilizado quando a natureza da sujidade permitir a sua remoção física exclusivamente por ação mecânica de escovas e esponjas apropriadas, onde suas cerdas não se devem dobrar quando for aplicado uma maior pressão para a remoção de sujidades difíceis, pois caso aconteça a sua eficiência é substancialmente diminuída, nestas situações devem-se utilizar escovas com cerdas mais duras ^{5, 10, 12}.

Deve-se também ter o cuidado na utilização destes equipamentos de limpeza por estas as vezes se constituir um veículo de contaminação cruzada, que hoje talvez seja o tipo de contaminação mais negligenciado pelos manipuladores de alimentos e consiste na

transferência de microrganismos patogênicos de um equipamento contaminado para outro equipamento. Sendo assim devem existir equipamentos de limpeza especificamente para áreas sujas distinto de outros utilizados nas áreas limpas, onde deve ser assegurado um adequado estado de conservação destes equipamentos e à sua substituição antes que possam constituir um perigo ^{5,13}.

Quando a ação mecânica for insuficiente, esta pode ser combinada ao processo de limpeza química sob ação química de detergentes. De acordo com ¹⁰ o detergente ideal deve apresentar algumas características, como saponificação, emulsificação, molhagem, capacidade de diminuir a tensão superficial, solubilizar proteínas, manter resíduos em suspensão, controlar minerais, não ser corrosivo e, ter preço acessível.

Os principais grupos de detergentes que tem autorização de uso emitida pelo Ministério da Saúde são representados pelos agentes neutros, ácidos, alcalinos e enzimáticos, onde estes podem ser aplicados nas mais variadas maneiras, como manualmente, imersão de partes desmontáveis de equipamentos e tubulações, máquinas lava jato tipo túnel, equipamento spray com alta ou baixa pressão, nebulização ou atomização, espuma, gel e circulação em sistema fechado (CIP) ^{3,12}.

Os detergentes neutros normalmente são de uso geral sendo conhecidos como produtos de limpeza doméstica. A sua ação resulta da combinação das suas propriedades químicas e ação tensioativa com a ação mecânica de esfregar, podendo haver o contato frequente com as mãos, pois são suaves, não corrosivos e não irritantes. É indicado para limpeza de superfícies delicadas e com resíduos fracamente aderidos. No entanto são pouco adequados para serem utilizados em muitas situações industriais, exceto quando aplicados em superfícies pouco sujas ou quando há tempo suficiente para contato e ação mecânica ^{5,12}.

Os detergentes alcalinos possuem como característica principal a liberação do íon hidroxila (OH⁻) promovendo a saponificação dos ácidos graxos e a solubilização dos resíduos de proteínas, por isso primordialmente são utilizados para o tratamento de superfícies e/ou circuitos sujos de resíduos de carácter orgânico, principalmente, azeites ou gorduras tanto animais como vegetais, assim como também proteínas como o sangue ou o leite ^{10, 3}.

Os principais agentes alcalinos são o hidróxido de sódio (soda cáustica), carbonato de sódio, metassilicato de sódio, amoníaco e a lixívia (hipoclorito de sódio), destes o mais utilizado na indústria alimentar é sem dúvida a soda cáustica, tanto pela sua eficácia como pelo seu preço baixo ^{5, 3}.

Os detergentes alcalinos utilizados na limpeza de superfícies contêm quantidades maiores ou menores de alguma base forte que, pelo fato de se encontrarem diluídos, são menos cáusticos e conseqüentemente apresentam menores riscos de manipulação, sendo classificados como detergentes alcalinos suaves que apresentam ação dissolvente sobre

resíduos orgânicos moderada. E os detergentes alcalinos fortes com elevado poder dissolvente sobre resíduos orgânicos sendo altamente irritantes, tóxicos e corrosivos não podem ser utilizados em todos os tipos de materiais, tais como em alumínio^{11, 3, 12}.

Os detergentes ácidos são um produto industrial em que o ácido figura como um componente numa percentagem pequena, conjugando o detergente a um risco mínimo. As soluções saponificantes ácidas são formuladas com tensoativos para diminuir a tensão superficial apresentando atividade desincrustante ou desoxidante. Dentre os ácidos comumente utilizados pela indústria estão os ácidos orgânicos e inorgânicos que tem como característica fundamental o controle de sais minerais na superfície de equipamentos e utensílios. O grupo dos orgânicos é formado pelos ácidos láctico, acético, hidroxiacético, tartárico, levulínico, glucônico, entre outros. Entre os ácidos inorgânicos estão o nítrico e o fosfórico. A sua aplicação deve ser realizada por pessoal especializado e com as medidas de segurança adequadas por alguns apresentarem atividade corrosiva^{5, 10, 3}.

Os detergentes enzimáticos foram formulados com o intuito de aumentar a eficiência da higienização quando a exposição às condições excessivamente alcalinas ou ácidas se configura um problema devido a ação corrosiva destes produtos de limpeza em equipamentos. Sua indicação está relacionada a sujidades à base de proteínas, gorduras ou hidratos de carbono, por apresentarem em sua composição agentes tensoativos adicionados de enzimas como lípases e proteolíticas que atuam de forma específica sobre determinado tipo de sujidade, neste caso particular hidrolisam gorduras e proteínas, respectivamente. Contudo, deve-se ter cuidado com a temperatura da água de dissolução deste produto de limpeza, pois água quente pode inativar as enzimas, promovendo uma diminuição de sua eficiência^{5, 10, 14}.

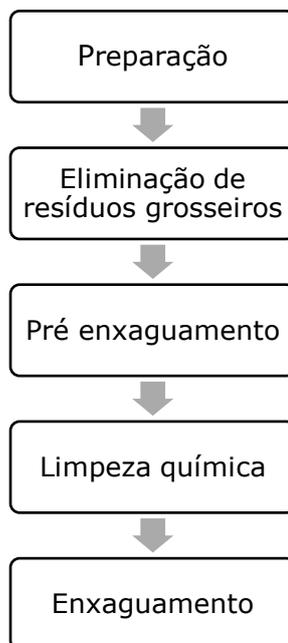
Na utilização de qualquer um destes produtos é necessário observar alguns pontos, pois cada detergente é diferente e por isso devem ser seguidas as indicações fornecidas pelo fabricante. Deve-se atentar para quais estão autorizados para o uso pretendido e em que condições, além de que os produtos de limpeza têm uma autorização de utilização por um determinado período, podendo esta autorização não ser renovada^{5, 10}.

Independentemente das atividades de limpeza que sejam realizadas no decurso da produção, no final deve-se proceder a uma limpeza sistemática dos equipamentos e das instalações utilizadas por forma a assegurar um estado de higiene tal que não potencie o desenvolvimento de contaminações ou pragas nos equipamentos e instalações. O processo de limpeza pode ser descrito numa sequência de cinco etapas (**Figura 1**)^{5, 10, 3}.

A primeira etapa se refere a preparação do equipamento para limpeza, onde quando necessário e sempre que possível, deve-se desligar a eletricidade de todos os

equipamentos elétricos, particularmente se for utilizada água nas operações de limpeza. Deve-se também proceder à desmontagem dos equipamentos relativamente aos quais é necessário realizar esta atividade por forma a realizar uma adequada limpeza ^{5,12}.

Figura 1: Principais etapas de um processo de limpeza.



Fonte: Adaptado de Baptista (2003).

A segunda etapa pode ser chamada de limpeza a seco, onde devem ser retirados manualmente os resíduos maiores para facilitar a limpeza nos passos posteriores, reduzir o consumo de água e de produtos de limpeza. Normalmente são utilizadas vassouras, escovas e outros utensílios para varrer as partículas de alimentos e sujidades das superfícies dos equipamentos ^{15, 16}.

O terceiro passo se refere ao pré enxaguamento do equipamento ou superfície com água fria a baixa pressão, para remover pequenas partículas que não foram retiradas na etapa da limpeza a seco e prepara as superfícies para a aplicação do detergente, umedecendo-as ^{17, 11}.

Segundo ⁵ caso a sujidade seja composta por gorduras pode-se utilizar água quente, no entanto é necessário ter em atenção que uma temperatura demasiado elevada pode eventualmente conduzir à coagulação de proteínas caso estas se encontrem presentes.

A operação de limpeza promove o umedecimento da superfície e a penetração dos detergentes no equipamento ou superfície e na própria sujidade, onde estes iram facilitar a eliminação das sujidades e evitar que estas voltem a se depositar noutros pontos no decurso da limpeza. A operação de limpeza permite também eliminar parte dos

microrganismos que eventualmente estejam presentes, em particular aqueles que se encontravam sobre os resíduos de alimentos ¹¹.

Uma boa limpeza é responsável por até 99,9% da eliminação de partículas indesejáveis sendo 0,1% restante representado pelos microrganismos eliminados somente com sanitizante ^{15, 2}.

Após a limpeza deve-se proceder à remoção dos resíduos do produto de limpeza e da sujidade com o enxaguamento efetuado com água, para assegurar a inexistência de um risco químico associado ao produto de limpeza utilizado. Dado que muitos dos agentes de limpeza são substâncias ácidas ou alcalinas, esta verificação é efetuada por análise do pH ^{5, 12}.

⁵, ainda afirma que dependendo das necessidades inerentes à natureza dos produtos e dos perigos associados, após estas operações de limpeza poderá ser ainda necessário proceder a operações de sanitização. Quando tal acontecer este passo prepara as superfícies limpas para a sanitização, dado que é necessário remover todo o detergente para que o sanitizante seja eficaz.

O processo de sanitização envolve diferentes processos, visando obter o grau de higiene e limpeza adequados em todos os componentes do ambiente de trabalho, reduzindo, assim, os microrganismos presentes a um número compatível ao produto. É basicamente a ação de reduzir ou eliminar completamente, a presença de microrganismos de importância higiênico-sanitária em superfícies ^{2,18}.

A sanitização é uma etapa complementar da higienização que deve ser realizada iminentemente antes do uso dos equipamentos, pois microrganismos indesejáveis que não foram eliminados podem se multiplicar após a etapa da limpeza. A sanitização de equipamentos é feita pela aplicação de métodos físicos ou químicos. Os métodos físicos mais frequentes utilizam a temperatura e a radiação; e métodos químicos, chamados de sanitizantes podem ser líquidos ou gases ^{16,3}.

O processo de sanitização física envolve métodos de calor úmido, calor seco, radiação ultravioleta e radiação ionizante para promover a sanitização e esterilização de equipamentos industriais.

A temperatura elevada, associada ao alto grau de umidade, representa um dos métodos mais efetivos para a destruição de microrganismos, o calor úmido por geração de vapor de água saturado, que desnatura irreversivelmente as proteínas do agente microbiano, destruindo elementos essenciais para a sua sobrevivência, como as membranas celulares. Este tipo de esterilização pode ser promovida por autoclaves, que utilizam a energia elétrica para a propagação do vapor e esterilização geralmente a 121 °C por 15 min a 01 hora, a depender do tipo de material, que pode ser de laboratório, como vidrarias, meios de cultura, reatores bioquímicos e tubulações ^{19, 2}.

O calor seco destrói os microrganismos através da oxidação de seus constituintes químicos, onde o calor é transferido lentamente provocando a diminuição do nível de hidratação das células microbianas. O princípio do calor seco é utilizado por fornos e estufas que atingem temperaturas superiores a 150° C, sendo utilizadas por 03 a 04 horas para promover a esterilização de materiais impermeáveis ou danificáveis pela umidade como materiais de metal, instrumentos cortantes, vidrarias. Entretanto sua esterilização é mais lenta e menos eficaz que a pôr calor úmido, por apresentar ausência de umidade ^{19, 20}.

A radiação ultravioleta é absorvida pelos ácidos nucleicos do microrganismo provocando lesões, onde o grau de letalidade é proporcional à dose de radiação aplicada. A região do espectro de radiação ultravioleta com ação esterilizante é de 200 a 300nm, chamada de região "abiótica". É utilizada através da exposição dos materiais a radiação em ambiente fechado, pelo tempo adequado para esterilizar vidrarias, utensílios metálicos e embalagens, onde jamais devem ser usadas na presença de pessoas ou animais ¹⁹.

A radiação com partículas ionizantes utilizada para esterilização é a gama (γ) produzida por cobalto 60 ou césio 137, que pode provocar diversos efeitos físicos e bioquímicos na molécula de ácido desoxirribonucleico (DNA) do microrganismo em doses de 10 a 75 quilograys. Neste tipo de radiação, um átomo emite um elétron de alta energia, que ioniza sua molécula, onde posteriormente há a ejeção deste elétron que é absorvido por outro átomo, criando uma cadeia de ionização capaz de provocar mutações no DNA. Em geral, formas multicelulares são mais sensíveis a este tipo de radiação que os organismos unicelulares e os materiais expostos não guardam resquícios radiativos, sendo considerado um método seguro de esterilização ^{19, 20}.

O processo de sanitização química é utilizado quando os equipamentos de operações unitárias ou componentes de uma instalação industrial não admitem esterilização por vapor de água saturado, sendo promovido por sanitizantes, caso particular de desinfetante capaz de exterminar as formas de vida presentes na superfície do material a ser sanitizado. Nestes casos, para atingir o grau de sanitização necessário há a necessidade de espera de maiores tempos de contato. Existem diversos tipos de sanitizantes utilizados pela indústria, entretanto os principais são os compostos à base de cloro, iodo, peróxido de hidrogênio, ácido peracético e quaternário de amônio ^{19, 2}.

De maneira geral, espera-se que os sanitizantes apresentem toxicidade e corrosividade baixas, sejam estáveis nas mais diversas condições de uso, possuam amplo espectro de ação antimicrobiana, destruam rapidamente os agentes e sejam aprovados pelos órgãos competentes como o Ministério da Saúde. Porém, não existe um único produto que apresente todas essas características, por isso, é importante conhecer as

propriedades de cada um que esteja disponível para selecionar o mais adequado para cada aplicação específica ^{10, 18}.

O cloro é largamente utilizado pela indústria sanitizante pois promove a destruição da parede celular através da formação de cloraminas tóxicas que alteram a permeabilidade celular e impedem a regeneração enzimática. Os compostos clorados são classificados em orgânicos e inorgânicos. Os orgânicos são formados pela reação do ácido hipocloros com aminas, iminas, amidas e imidas e os mais utilizados na indústria de alimentos incluem: cloramina T, dicloramina T, diclorodimetilhidantoína, fenoínas sódicas do ácido dicloroisocianúrico e o ácido tricloroisocianúrico. Entre os compostos inorgânicos estão o cloro gás (Cl₂), hipoclorito de sódio (NaClO), hipoclorito de cálcio (CaClO₂) e o dióxido de cloro (ClO₂) ^{21, 10, 18}.

De modo geral, estes compostos são muito utilizados na indústria devido ao seu baixo valor, é um dos sanitizantes mais barato encontrados no mercado comercial e por serem efetivos em diferentes diluições contra bactérias Gram-positivas e Gram-negativas, leveduras, fungos filamentosos e dependendo do pH da solução, podem ser efetivos contra esporos bacterianos, além de apresentar fácil preparo e aplicação, porém na forma de gás é altamente corrosivo, danificam peças de borrachas e reagem com matéria orgânica, podendo irritar a pele, mucosa e vias respiratórias dos manipuladores. Podem ser usados para sanitização de pisos, paredes, tetos, equipamentos e utensílios da indústria ^{21, 3}.

De acordo com ²² em seu estudo o hipoclorito de sódio (NaClO) eliminou todas as células planctônicas de *L. monocytogenes*, *Pseudomonas fragi* e *Staphylococcus xylosum*, na concentração de 10 ppm de cloro livre por 30 segundos; entretanto reduziu 2 log de *L. monocytogenes* na concentração de 1000 ppm, durante 20 minutos de exposição.

Os iodóforos são sanitizantes compostos por derivados do iodo, cujas formulações combinam um agente tensoativo a um agente veiculador ácido, como o ácido fosfórico, ácido acético ou acetato de sódio em pH entre 5 e 6. Sua ação ocorre através de seu alto poder de penetração na parede celular microbiana, levando a ruptura de proteínas ^{5,3}.

Entre suas vantagens, pode-se citar que são menos irritantes a pele e menos corrosivos aos metais que o cloro, ativo em baixa concentração, estável e de fácil preparo, atuam na prevenção da formação de incrustações devido à natureza ácida, usualmente utilizados em concentração de 30 a 50 ppm por um tempo menor ou igual a 10 minutos. Entretanto tem menor eficiência que os compostos clorados no combate a esporos bacterianos e bacteriófagos, liberam odores indesejáveis em alguns produtos, descolorem materiais plásticos, diminui a eficiência com a elevação do pH, seu preço é mais elevado que do hipoclorito e não pode ser utilizado em temperaturas acima de 45°C ^{10, 2}.

Um estudo realizado por ²³ constatou que o iodo em solução a 1%, é eficiente no combate de *Escherichia coli* e do *Staphylococcus aureus*; bactérias que apresentam contribuição significativa em surtos infecciosos causados por alimentos erroneamente manipulados.

Soluções de peróxido de hidrogênio (H₂O₂) possuem forte ação oxidante devido à liberação de oxigênio que promove a morte de bactérias Gram-positivas e Gram-negativas. É um tipo de sanitizante que pode ser usado em qualquer tipo de superfície, equipamentos, pisos, ralos, paredes, luvas de malha de aço, ou outras áreas onde possa existir algum tipo de contaminação, sendo utilizado em concentrações entre 0,3% e 6%, pH 4,0, na temperatura ambiente ou até 80°C, no período de 5 a 20 minutos de contato ^{3, 22}.

Dentre suas principais vantagens pode-se constatar a baixa toxicidade pois os produtos secundários gerados são água e oxigênio, ausência de enxague após seu uso, não causa reações alérgicas e também pode ser utilizado numa concentração elevada sem afetar negativamente a qualidade do produto, apresenta eficiência contra biofilmes maduros em concentrações entre 0,08% e 0,2% ²². Porém, essas soluções são corrosivas ao cobre, zinco e bronze e quando utilizadas em baixas temperaturas o tempo de contato deverá ser maior ¹⁰.

O ácido peracético resulta da reação entre o peróxido de hidrogênio e o ácido acético, ou por oxidação do acetaldeído, sendo o princípio ativo de diversos sanitizantes comerciais, por ser um forte oxidante com atuação na parede celular e no interior da célula microbiana o que danifica o sistema enzimático causando a destruição do microrganismo ^{10, 18, 3}.

Como todo esterilizante o ácido peracético possui algumas vantagens, é mais eficiente que o peróxido de hidrogênio, esporocida em baixas temperaturas, permanece ativo na presença de matéria orgânica, eficiente na eliminação de bactérias Gram-positivas, Gram-negativas, fungos filamentosos e leveduras, vírus e de esporos bacterianos, pode ser aplicado sem enxague, não é corrosivo ao aço inox e alumínio em concentrações recomendadas de uso. Entretanto, este composto é irritante à pele e mucosas, apresenta odor forte, além de baixa estabilidade ao armazenamento e é incompatível com ácidos, bases concentradas, borrachas naturais e sintéticas, ferro, cobre e alumínio ^{21, 2, 22}.

²⁴ demonstrou em seu estudo que o ácido peracético foi eficaz na temperatura de 10°C, em todas as concentrações testadas (0,2, 0,5, 0,8 e 1,1%) para todos os microrganismos testados que foram: *Salmonella choleraesuis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* e *Listeria monocytogenes*.

Os compostos de amônia quaternária, também chamados surfactantes catiônicos, são agentes sanitizantes com quando em contato com membrana celular dos

microrganismos, alteram sua permeabilidade estimulando a glicólise provocando assim o esgotamento celular ^{2,3}.

Possuem a vantagem de ser de fácil preparo e aplicação, neutralizam odores, não são corrosivos, nem tóxicos, apresentam eficiência contra bactérias Grampositivas e termodúricas, porém, pouco eficientes contra Gram-negativas, coliformes psicotróficos, ineficientes contra esporos e são muito utilizados para sanitização de pisos, paredes, equipamentos e controle microbiológico do ar de ambientes de processamento. Bacteriostáticos em baixas concentrações e bactericidas em altas concentrações. Entretanto seu custo é elevado, é ineficaz na presença de matéria orgânica e se inativa em presença de água dura ^{10, 25}.

A amônia quaternária foi eficiente em uma concentração de 0,6 % nas temperaturas de 10 e 45°C durante o tempo de 2 minutos, contra os seguintes microrganismos: *Salmonella choleraesuis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* e *Listeria monocytogenes* ²⁴.

O gluteraldeído é largamente aceito como desinfetante de alto nível e quimioesterilizador pela indústria, tendo seu princípio de ação voltado para a alteração dos ácidos desoxirribonucleico (DNA) e ribonucleico (RNA), bem como a síntese proteica dos microrganismos. É mais comumente usado como desinfetante para equipamento médico, como endoscópios, transdutores, equipamento de anestesia e de terapia respiratória e hemodiálise, mas pode ser utilizado no tratamento de água, controle de formação de fungos em equipamento de tratamento térmico/refrigeração para a indústria conserveira, de engarrafamento e de pasteurização, para a limpeza de glicóis e águas doces na indústria leiteira, e no tratamento de cintas transportadoras ^{19, 5, 25}.

Sua solução aquosa necessita de pH alcalino ou neutro para eliminar esporos bacterianos, sendo aplicável a todo o tipo de materiais. Entretanto é absorvido por material poroso e menos eficaz em condições ácidas e tóxico a elevadas concentrações ^{19,5}.

A **tabela 1** descreve algumas utilizações típicas de sanitizantes químicos disponíveis no mercado de acordo com a concentração usual.

Em processos químicos industriais, não só os equipamentos devem sofrer higienização, o ar fornecido para um reator de produção de processos fermentativos também deve ser operado assepticamente. A esterilização do ar pode ser realizada por diversos processos, entretanto, os mais utilizados são os que usam o princípio de aquecimento, radiações e filtrações.

Tabela 1: Uso pretendido de sanificantes recomendados de acordo com sua concentração usual.

Utilização típica	Sanizante químico	Concentração usual
Limpeza geral e manutenção	Compostos de amônia quaternária	Solução aquosa até 0,2%
Desinfecção de áreas de laboratório, produção e equipamentos	Cloro livre	Solução aquosa de 0,5%
	Iodóforos	25 mg/L
Esterilização de equipamentos dependendo do tempo de exposição	Compostos de amônia quaternária	200 mg/L
	Glutaraldeído	Solução aquosa de 2%
	Peroxido de hidrogênio	Soluções de 6 a 10%

Fonte: Autoria própria

A esterilização por aquecimento utiliza a reação do calor seco para a destruição dos microrganismos presentes no ar, onde há uma necessidade de elevadas temperaturas e alto tempo de resistência para completa eficiência do processo. O processo consiste em forçar a passagem do ar através de resistores elétricos, onde o ar é aquecido e, através de sistema adequado, obrigá-lo a permanecer o tempo necessário a altas temperaturas, sendo necessária a instalação de um sistema de resfriamento após a compressão para evitar a circulação de ar aquecido e a introdução de ar quente nos reatores, causando problemas no processo fermentativo. Deve-se ainda haver um cuidado após este processo de compressão com o ar esterilizado, este não pode sofrer contato com o ar atmosférico, pois pode ser novamente contaminado. Temperaturas superiores à 200° C são suficientes para inativar células vegetativas, apesar do baixo tempo de permanência. A esterilização por calor seco é comumente utilizada em pequenas instalações, para a esterilização de ar de equipamentos de laboratório ²⁶.

A esterilização por aquecimento utiliza a reação do calor seco para a destruição dos microrganismos presentes no ar, onde há uma necessidade de elevadas temperaturas e alto tempo de resistência para completa eficiência do processo. O processo consiste em forçar a passagem do ar através de resistores elétricos, onde o ar é aquecido e, através de sistema adequado, obrigá-lo a permanecer o tempo necessário a altas temperaturas, sendo necessária a instalação de um sistema de resfriamento após a compressão para evitar a circulação de ar aquecido e a introdução de ar quente nos reatores, causando problemas no processo fermentativo. Deve-se ainda haver um cuidado após este processo de compressão com o ar esterilizado, este não pode sofrer contato com o ar atmosférico, pois pode ser novamente contaminado. Temperaturas superiores à 200° C são suficientes para inativar células vegetativas, apesar do baixo

tempo de permanência. A esterilização por calor seco é comumente utilizada em pequenas instalações, para a esterilização de ar de equipamentos de laboratório ²⁶.

A esterilização por radiações utiliza a radiação ultravioleta para o fornecimento de ar estéril, que em virtude do seu baixo poder de penetração necessita de maior tempo de exposição, não sendo comumente utilizado para a esterilização de ar num processo fermentativo, no entanto, pode ser utilizado efetivamente com a instalação de lâmpadas ultravioletas em salas assépticas, visando a esterilização do ar circundante e das superfícies de das mesas e instrumentos empregados, por exemplo, no preenchimento asséptico de medicamentos. Deve-se atentar para que sempre que possível, a sala seja mantida o menos movimentado possível, para que o ar do ambiente continue esterilizado ²⁶.

A esterilização por filtração, é sem dúvida, a solução mais adequada para a obtenção de altas vazões de ar esterilizado, em virtude dos baixos custos envolvidos nesta operação e por dispor de filtros confiáveis. Atualmente os filtros mais utilizados são os de materiais fibrosos e poliméricos que apesar de suas vantagens e desvantagens deve-se prever um filtro para cada reator que deve ser submetido a uma esterilização por vapor antes do início de fornecimento de ar para o reator, a fim de evitar que microrganismos aderidos as fibras possam ser arrastados para o tanque ²⁶.

4. Conclusões

A adequação do programa de higienização às necessidades de cada instalação e de cada processo constitui um elemento determinante na garantia da segurança alimentar sem a qual nenhum sistema de segurança alimentar poderá funcionar eficazmente, sendo, portanto, uma obrigação das indústrias.

O processo de limpeza interfere fortemente na diminuição da carga inicial de microrganismos, influenciando na severidade do processo de sanitização a ser aplicado, onde estes processos não esterilizam, mas garantem a assepsia adequada ao equipamento.

O processo de esterilização inativa todas as formas de vida presentes em um determinado material, sendo adequada para alguns tipos de equipamentos e processos, como por exemplo a esterilização do ar para o processo fermentativo, que a presença de um número mínimo de contaminantes pode invalidar o produto.

Referências

1. Gormezano L. Desenvolvimento E Implantação De Sistema Para Avaliar A Cinética De Remoção De Resíduos Presentes No Interior De Tubular. [Dissertação]. São Paulo:

- Escola De Engenharia Mauá Do Centro Universitário Do Instituto Mauá De Tecnologia, São Caetano Do Sul. 2007. 109p.
2. Nascimento HM, Delgado DA, Barbaric IF. Avaliação Da Aplicação De Agentes Sanitizantes Como Controladores Do Crescimento Microbiano Na Indústria Alimentícia. *Revista Ceciliana*. 2010; 2(1):11-13.
 3. Immig JO. Higienização Na Indústria De Alimentos. [Monografia]. Porto Alegre: Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul. 2013. 50f.
 4. Evangelista J. Tecnologia De Alimentos. São Paulo: Ed. Atheneu, 2000.
 5. Baptista P. Higienização De Equipamentos E Instalações Na Indústria Agro Alimentar. Forvisão Consultoria Em Formação Integrada, Lda. 1 Ed., 2003.
 6. Brasil. Ministério Da Agricultura, Do Desenvolvimento Rural E Das Pescas. Decreto-Lei N. 67/98 De 18 De Março De 1998, P. 1155-1163.
 7. Tomich RGP, Tomich TR, Amaral CAA, Junqueira RG, Pereira AJG. Metodologia Para Avaliação Das Boas Práticas De Fabricação Em Indústrias De Pão De Queijo. *Ciênc. Tecnol. Aliment*. 2005; 25(1): 115-120.
 8. Germano PML, Germano MIS. Higiene E Vigilância Sanitária De Alimentos. São Paulo: Livraria Varela, 2001.
 9. Fontana N. Atividade Antimicrobiana De Desinfetantes Utilizados Na Sanitização De Alface. [Monografia]. Rio Grande Do Sul: Centro Universitário Franciscano – Unifra. 2006. 27f.
 10. Andrade NJ. Higiene Na Indústria De Alimentos: Avaliação E Controle Da Adesão E Formação De Biofilmes Bacterianos. São Paulo: Varela, 2008.
 11. Elias AH, Madrona GS. Avaliação De Uma Indústria Produtora De Embutidos Cárneos Quanto À Higiene E Legislação Vigente No Brasil. *Revista Brasileira Detecnologia Agroindustrial*. 2008;02(01): 71-81.
 12. Coelho NRA. Noções De Higienização Na Indústria De Alimentos. Disponível:<http://Wp.Ufpel.Edu.Br/Mlaura/Files/2014/02/Higieneiza%C3%A7%C3%A3onaind%C3%B4ria-De-Alimentos.Pdf>. Acesso: 08 De Outubro De 2016
 13. Rodrigues E, Grootenboer CS, Mello SCRP, Castagna AA. Manual De Boas Práticas De Fabricação. Programa Rio Rural, Manual Técnico, Niterói, 23 P., 2010.
 14. Thallinger B, Prasetyo EN, Nyanhongo, GS, Guebitz, GM. Antimicrobial Enzymes: An Emerging Strategy To Fight Microbes And Microbial Biofilms. *Biotechnology Journal*. 2013;8(1):97-109.
 15. Galhardi MG. Higiene E Sanitização Para As Empresas De Alimentos. Manual – Série Qualidade. 1995.
 16. Rossi ACRE, Porto E. A Importância Da Elaboração De Procedimentos De Higienização Considerando A Presença De Biofilmes. In: Iv Simpósio Internacional De Controle De Contaminação Em Áreas Limpas, São Paulo. Sociedade Brasileira De Controle E Contaminação, 2008:40-41.
 17. Andrade NJ, Silva RMM, Brabes, KCS. Avaliação Das Condições Microbiológicas Em Unidades De Alimentação E Nutrição. *Ciênc. Agrotec.*, Lavras. 2003; 27(3):590-596.
 18. Oliveira MMM, Brugnera DF, Piccoli RH. Biofilmes Microbianos Na Industria De Alimentos: Uma Revisão. *Rev. Inst. Adolfo Lutz*.2010;69(3):277-284.
 19. Urenha LC, Pradella JGC, Rodrigues MFA. Esterilização Do Equipamento. In: Schmidell W. *Biotecnologia Industrial – Engenharia Bioquímica*. Coordenadores: Borzani, W, Lima UA, Aquarone E. - São Paulo: Blucher, Vol. 2, 2001.
 20. Tortora GJ, Funke BR, Case CL. *Microbiologia*. 10 Ed. Porto Alegre: Artmed, 2011.
 21. Srebernich SM. Utilização Do Dióxido De Cloro E Do Ácido Peracético Como Substitutos Do Hipoclorito De Sódio Na Sanitização Do Cheiro-Verde Minimamente Processado. *Ciênc. Tecnol. Aliment*. 2007;27(4): 744-750.
 22. Srey S, Jahid IK, Ha S. Biofilm Formation In Food Industries: A Food Safety Concern. *Food Control*. 2013;31(2):572-585.
 23. Monteiro CN, Timbó MOPP, Oliveira SCA, Costa LAT. Controle Higiênico-Sanitário De Manipuladores De Alimento De Cozinhas Industriais Do Estado Do Ceará. *Higiene Alimentar*. 2001;15:90.
 24. Beltrame CA, Kubiak GB, Lerin LA, Rottava I, Mossi AJ, Oliveira D, Cansian RL, Treichel H, Toniazzo, G. Influence Of Different Sanitizers On Food Contaminant

- Bacteria: Effect Of Exposure Temperature, Contact Time, And Product Concentration. *Ciência E Tecnologia De Alimentos*. 2012;32(2): 228-233.
25. Paulino CA.. Anti-Sépticos E Desinfetantes. In: Spinosa HS, Górnaiak, SL, Bernardi MM. *Farmacologia Aplicada À Medicina Veterinária*. Rio De Janeiro: Guanabara Koogan, 2010: 440-452.
 26. Schmidell W. Esterilização Do Ar. In: Schmidell W. *Biotecnologia Industrial – Engenharia Bioquímica*. Coordenadores: Borzani W, Lima UA, Aquarone E. - São Paulo: Blucher, Vol. 2, 2001.